



Rapport från en studieresa till norra Tyskland i mars 1997

**Kjell Gustafsson, Anders Jonsson, Sven Klint, Börje
Lindén, Knud Nissen, Johan Roland, Per-Åke Sahlberg,
Magnus Ströman, Lars Thylén, Marie Åfors**

**Institutionen för jordbruksvetenskap Skara
Avdelningen för mark-växter**

**Precisionssodling i Väst
Teknisk Rapport 1
Skara 1998**

FÖRORD

Medverkande i AGROVÄST-projektet "Precisionsodling i Väst - mark- och skörderelaterad växtnäringförsörjning med GPS och GIS" företog den 8-12 mars 1997 en resa till norra Tyskland för att studera utvecklingen inom precisionsodlingsområdet. Följande personer deltog i studieresan:

Per-Åke Sahlberg, AGROVÄST
Anders Jonsson, Mellansvenska Lantmännen Odal, Lidköping
Marie Åfors, SLR, Stockholm
Lars Thylén, JTI, Uppsala
Kjell Gustafsson, Mellansvenska Lantmännen Odal, Lidköping
Sven Klint, Svalöf-Weibull AB, Nygårds egendom, Vargön
Magnus Ströman, Svalöf-Weibull AB, Bjertorp, Kvånum
Knud Nissen, AGROVÄST och Terrama AB, Lidköping
Johan Roland, SLU, Institutionen för jordbrukvetenskap Skara, Lanna, Lidköping
Börje Lindén, SLU, Institutionen för jordbrukvetenskap Skara

Under resan besöktes följande mål:

- 10 mars:* gården **Golzow/Oderbruch** (Landwirtschaft Golzow Betrieb-GmbH) invid gränsloden Oder, öster om Berlin
- 11 mars:* **Institut für Arbeitstechnik Bornim (ATB)** i Potsdam sydväst om Berlin.
- 12 mars:* **Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde** (dvs. Institutet för växtnäring- och marklära) i Völkenrode utanför Braunschweig. Endast Anders Jonsson, Kjell Gustafsson och Knud Nissen besökte ensamma detta institut.



Golzow (uttal: Gålltså), som har drygt 7 100 ha åkermark, var under DDR-tiden en LPG (Landwirtschaftliche Produktionsgenossenschaft), alltså ett kooperativt jordbruk, men är nu ett bolag. Efter mycket kraftig rationalisering och inköp av nya maskiner bedrivs nu ett modernt storjordbruk, där man i samarbete med bl.a. Norsk Hydro i Tyskland och ATB studerar metoder för precisionsodlingsjordbruk. Trots att området utgörs av en utdikad, lågliggande slättmark i Oders närhet, kännetecknas jordarna av stora inomfältvariationer.

Institut für Arbeitstechnik Bornim (ATB), som är beläget inom det tidigare DDRs område, har en mycket diversifierad teknisk forskning omfattande bioenergi, växt- och djurproduktion, trädgårdsodling, post-harvest-teknologi, landskapsvård m.m. Målsättningen är tillämpad forskning, där precisionsodling under senare år fått en viktig roll.

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde tillhör den delstatliga forskningsanstalten Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL) i den västtyska delstaten Niedersachsen.

Resedeltagarna redogör nedan för den pågående precisionsodlingsforskningen på de tre besökta platserna. Studieresan har finansierats främst av AGROVÄST, samt av de organisationer som resedeltagarna tillhör (se förteckningen ovan). Vissa bilagor e.d. som nämnts i texten har inte tagits med i den tryckta reserapporten. Dessa finns dock tillgängliga vid Avdelningen för mark-växter, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

Sida

Besök vid Golzow/Oderbruch:

<i>Magnus Ströman och Per-Åke Sahlberg:</i> Växt- och djurproduktion vid lantbruksföretaget Golzow	1:1-2
<i>Knud Nissen och Lars Thylén:</i> Teknik för praktisk tillämpning av skördekartering samt anpassad gödsling och bekämpning - mjukvara och hårdvara	2:1-5
<i>Sven Klint och Johan Roland:</i> Undersökningar av metoder för anpassad kvävegödsling och för ogräsbekämpning baserad på inomfältvariationer i ogräsförekomst - precisionsodlingsprojekt på Golzow	3:1-16

Besök vid Institut für Arbeitstechnik Bornim (ATB):

<i>Börje Lindén och Marie Åfors:</i> Forskning om precisionsodling vid ATB: Metoder för mätning av skörd av vall, silomajs och potatis samt mekanisk tillväxtuppskattning i växande grödor; Metoder för anpassning av utsädesmängder; Möjligheter att minska kväveförluster genom platsspecifik N-gödsling	4:1-9
--	-------

Besök vid Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig-Völkenrode (FAL):

<i>Anders Jonsson, Kjell Gustafsson och Knud Nissen:</i> Forskning om precisionsodling vid Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde	5:1-11
---	--------

Magnus Ströman och Per-Åke Sahlberg

Växt- och djurproduktion vid lantbruksföretaget Golzow

Referat från studiebesöket på gården

Vi togs emot av agrD. Manfred Großkopf som är förvaltare för driftsenheten. Han började med att ge sina reflexioner angående jordbruket i Öst- kontra Västtyskland. Enligt hans erfarenheter sedan samgåendet hade det rått en hel del felaktiga uppfattningar angående jordbruket i f.d. Östtyskland, såsom att det var efterblivet och väldigt misskött.

Planmässigheten i jordbrukspolitiken skapade problem driftsmässigt när det gällde tillgången på produktionsmedel, samt att alla skulle ha sysselsättning. Men det skapades samtidigt stora rationella driftsenheter, både när det gäller växtodling och animalieproduktion. Denna storleksstruktur har till största delen behållits till idag genom att företagen numera arrenderar marken av de gamla jordägarna, som återfått sin jord. I Golzows fall finns det 600 jordägare av varierande storlek till de totalt 7 270 ha som företaget bedriver produktion på. Arrendet ligger på ca. 4 DM/Bodenpunkt (förklaring: se begreppet *Ackerzahl* i referatet från ATB), vilket ger ett genomsnittspris på 300 DM/ha.

Jordbruket har fyra driftsenheter med verkstad och garage, med Golzow som centrum. Det fanns vid besöket totalt 176 anställda varav ca. 50% var säsongsanställda. Man hade bara fast personal inom djurproduktionen. I övriga driftsgrenar var det bara säsongsanställda. Men många av de säsongsanställda var återkommande, som sysselsattes i entreprenadverksamhet eller landskaps- och miljövårdsprogram under lågsäsong. Vid vår rundtur på gården träffade vi en av inspektörerna, en kvinna som ansvarade för 3800 ha när det gällde sortval, gödselstrategi och växtskydd. Hon höll precis på att ge direktiv till sprutföraren på en av gårdens två självgående 36 meters sprutor och berättade att man vanligtvis körde ogräsbekämpning blandat med N30. Med detta recept kunde man minska ogräsdosen med 30% och ändå få samma effekt. Höstvetet, som var huvudgröda på gården, gödslades 3-4 gånger för att få fram ett kvalitetsvete som höll en proteinhalt på ca 14%.

Man har vidare mjölkproduktion bestående av 950 kor plus rekrytering. Alla tjurkalvar säljs direkt. Eftersom det är stor prispress på nötkött ägnar man sig inte åt detta. Däremot har man smågrisuppfödning med 660 suggor. En del av smågrisarna behålls till slaktsvinsproduktion, eftersom fläskmarknaden då inte var lika pressad. Av totalarealen bedrevs grönsaksodling på friland på ca 220 ha och man hade 2 ha i form av glas- och plastväxthus. Den storlek som företaget har ger stora fördelar när det gäller inköp av förnödenheter och avsalu av produkterna. Till storleksfördelarna måste närheten till Berlin läggas, dit det bara är ca 1 timmes bilfärd.

Gårdens totala omsättning motsvarade ca. 100 miljoner skr/år, varav grönsaksproduktionen omsatte ca. 2-3 miljoner skr. Den vinst som uppkom fördelades enligt principen 1/3 till företaget, 1/3 till jordägarna och 1/3 till de anställda..

Golzow ligger i ett före detta marsklandområde intill Oder som är totalt 60 000 ha stort. Detta dikades ut på 1700-talet på order av Fredrik den store. Detta gav en bördig jord med stor andel ler, vilken kallas "minutjord" med hänsyn till den tid som står till förfogande för vårbruket. Rätt brukad ger den god skörd, men den tappar snabbt i avkastning om den missköts. Detta har man lagt stor vikt vid på Golzow och kör med så bra däckutrustning som möjligt på sina traktorer för att minska jordpackningen. Man har även fyra stora Cat gummibandstraktorer. På grund av den relativt låga årsmedelnederbörden, ca 400 mm, måste man också hushålla med vårmusten, vilket gör att man kör dygnet runt i 3 skift under säsong. Man har vidare uteslutit plöjning till allt utom majs och grönsaker både för att minska

markpackningen och få billigare drift. Detta har gjort att man idag inte förbrukar mer än ca 80 liter dieselolja per ha totalt.

Målsättningen är klart uttalad att man i framtiden skall klara sig utan subventioner och här anser man sig ha en god beredskap. Ett annat viktigt mål för framtiden är att bedriva produktionen så miljöriktigt som möjligt på grund av det stora konsumenttryck för detta som finns i Tyskland. Det är här som medverkan i precisionsodlingsprojektet kommer in. Detta innebär rätt produktionsmedel vid rätt tid på rätt plats och i rätt mängd och detta till delar av ett fält. Detta är än viktigare när fältstorleken är ca 100 ha med varierande förutsättningar. Golzow ställer mark och maskiner till förfogande för precisionsodlingsprojektet i den mån man har "rätt" utrustning. I övrigt bidrar de samarbetspartners som deltar i projektet med utrustning. Förutom Institut für Arbeitstechnik Bornim ingår Hydro, Claas, Amazone m.fl.

Företagsdata för Golzow/Oderbuch

Företaget förfogar över totalt 7 270 ha mark varav 7 108 ha är odlingsmark med ett genomsnittligt bördighetsvärde på 54 "Bodenpunkte". Jordarten växlar från lättlera till mycket styv lera. Företaget är uppdelat på följande produktionsavdelningar:

Växtodling:	Höstvete	3000-3200 ha	avkastning	55-60 dt/ha
	Vårkorn	400 - 450 ha	avkastning	40-50 dt/ha
	Åkerbönor	400 - 450 ha	avkastning	25-35 dt/ha
	Solrosor	500 - 550 ha	avkastning	25-35 dt/ha
	Sockerbetor	120 - 135 ha	avkastning	400-440 dt/ha
	Majs	650 - 750 ha	avkastning	?
	Vall o. övr.	100 - 150 ha		
	Träda	1000-1500 ha		

Animalieproduktion:

	Mjolkproduktion	950 kor	avkastning ca. 6000 liter/ko och år.
	Rekrytering o kalvar	1000 st.	
	Svinproduktion	660 suggor	produktion ca. 20 smågrisar/sugga/år
Grönsaksodling:	2000 st. smågr. o slaktsv.	2000 st./11V	

Frilandsodling	220 ha
Växthus	2 ha

Serviceavdelning:

Rådgivning
Byggande och investering
Praktikantutbildning

Knud Nissen och Lars Thylén

Teknik för praktisk tillämpning av skördekartering samt anpassad gödsling och bekämpning - mjukvara och hårdvara

Noter från föredrag vid Golzow 1997-03-10 av dr. Peter Jürschik, Institut für Arbeitstechnik Bornim (ATB)

Projektet på Golzow drivs i samarbete mellan följande intressenter:

Golzow, Hydro Agri, ATB, Claas, Topol/Lufa, Amazone, Müller samt KWA.

Målet med projektet är:

- Styrning av insatser av utsäde, gödselmedel och herbicider
- Praktiska tester samt utvärdering av utrustning och metoder
- Utveckling av informationssystem
- Ekonomisk utvärdering

Projektet började med skördekartering av vissa fält 1992. I början användes Claydon Yield-o-meter som mätsystem. Idag provas de flesta system som finns på marknaden. Under de år som skördekarteringen genomförts har endast de dåligt avkastande områdena varit återkommande. Skördedata har kopplats till markkartor gjorda 1934 (*Reichsbodenschätzung*, se avsnittet från besöket vid ATB). Dessa markkartor redovisar inga analyserade markkemiska parametrar utan bygger på jordens ursprung, en visuell värdering samt på ett utrullningsprov. Markkartorna redovisar ett markindex (*Ackerzahl*) mellan 1 och 100. På Golzow varierade detta index mellan 20 och 70. Med denna klassificering har man på Golzow funnit ett starkt samband mellan markbördighet och skörd. Man anser dock att den största orsaken till skördevariationerna finns i mängden växttillgängligt vatten. I inledningsskedet togs även infraröda flygbilder för att förbättra beslutsunderlaget. De infraröda flygbilderna stämde också väl överens med skördekartorna från skördetröskningen.

Sedan 1995 har man vid Golzow genomfört försök med styrd kvävegiva. I fält har en Amazone gödselspridare använts försedd med styrelektronik från Müller (Uni-Control). Denna utrustning används också för att styra sprutdoser. Vid Golzow finns ingen allmän referenssignal tillgänglig. Därför har de byggt en egen referensstation.

Vid provtagning i fält används för positionsbestämning en tyngre "ryggsäck" men idag genomförs utvärdering av Claas ACT samt Pentop-datorer. Speciellt vid mätning med klorofyllmätaren, som i sig är tidskrävande, vore det värdefullt med en positioneringsutrustning med låg vikt.

Ifråga om GIS använder ATB en del av de system som följer med skördekarteringssystemen, men all bestämning av variabel insats samt utvärdering av data görs med Topol. Dr. Peter Jür-

schik är övertygad om att det i framtiden måste komma ett "Basic GIS" som lantbrukaren lättare kan använda, medan "Professionell GIS" används för mer avancerade applikationer.

GPS and precision farming

Putting the theory to the test

Variable seed rates:

GPS used for drilling 51ha

During autumn of 1995 we oversaw the drilling of 51ha of winter wheat using precision farming methods. Farmers in the same region of our test area generally drill wheat at 160kg/ha. But a look at the test area's soil map showed a higher seed rate could certainly be supported by a fair proportion of the land. Using the soil map data (see photo), supplemented with further tests, carried out in specific areas where soil differences were most obvious, we arrived at a seed rate of 200kg/ha for 22ha. The bulk of this area had a German field valuation index greater than 60.

This soil index is very useful for precision farming. Canadian and Australian farmers also use a soil valuation index. In these two countries the valuations are identical so, for example a value of 50, means the same in both countries. In the UK scientists are trying to move to a similar system and away from soil series and parts/million indices.

In our test the valuation greater than 60 is shown as the red area on the soil map. Soils with a field valuation index of between 50 and 60 were treated the same as those plots with an index less than 50. These were drilled at a seed rate of 155kg/ha. The bulk of the better land comprised mainly sandy loam soils, that also had a high water table in certain patches. This is highlighted as the blue area on the map. Areas with a field valuation index of less than 50 show up as yellow and green areas on the map.

The field was drilled with a 6m

Amazone DMC 601 pneumatic drill. It was fitted with an Amatron IIA (Müller-Elektronik) computer that enabled us to alter the seed rates according to the field map index. Although the system was not fully automated for this trial, the main aim was to look at how variable seed rates alter ultimate yields in relation to varying soil types over a given area. At the time of going to press the harvest yield data from this trial is still being analysed. The full results will be printed in a future issue.

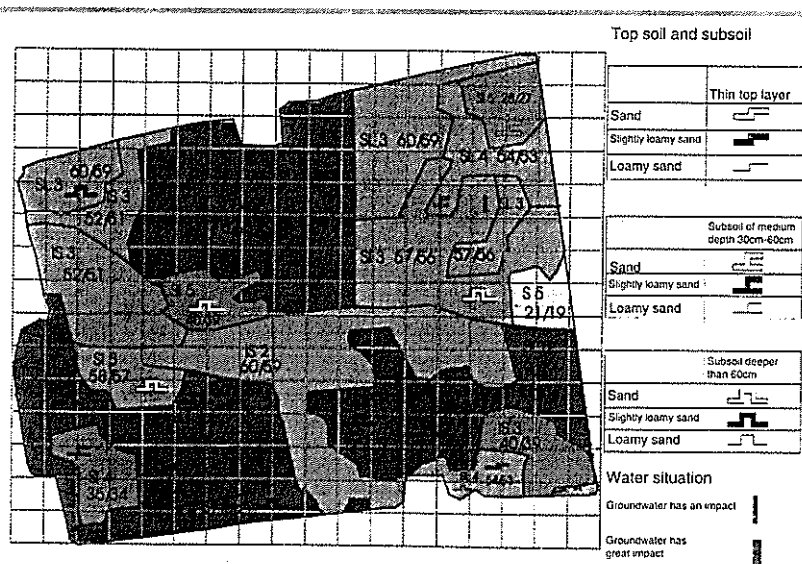
GPS used to vary N application over 200ha

Three fields totalling 200ha of winter wheat were applied with

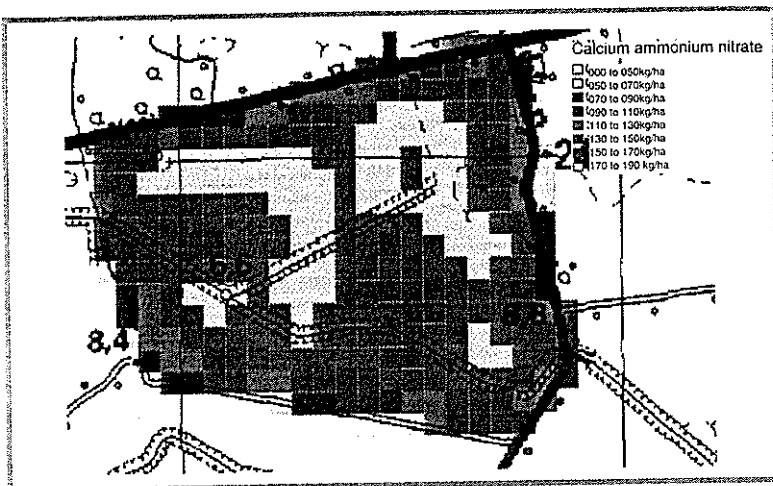
various rates of nitrogen. The initial nitrogen application rate was based on existing soil map data from soil samples taken before spreading. The area was divided for the first nitrogen application, with prills applied to 66ha, using an Amazone ZA-MI 12-36 at an 18m spread width. The remaining 134ha had liquid urea applied with a self-propelled sprayer at a 36m working width.

To determine the requirements of the land for the second and third nitrogen applications, we used the Hydro-N-Tester kit which was supplied by Hydro. This system is very easy to use and quickly determines the soil nitrogen requirements for late treatments without the need for laboratory analysis. The trial area was divided into 50m x 50m plots, with each square allocated an

Soil maps were used to help determine seed rates drilled in the individual plots.



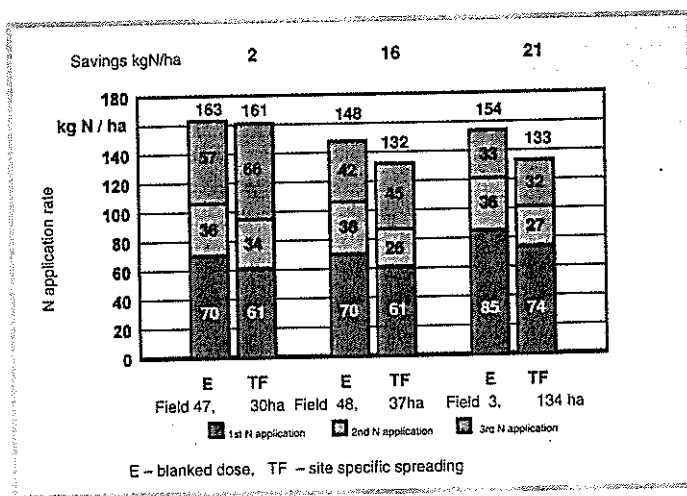
This data about fertiliser rate is downloaded to a smartcard which, in turn, instructs the implement's computer to alter application rates.



appropriate nitrogen application related to a soil sample, or samples, taken from each plot.

The diagram at the top of this page shows the application matrix we arrived at after the soil testing. This data was transferred to a 'smart-card' which was inserted into the Amatron IIA computer.

Tailoring application rates to soil need saved up to 21kg N/ha compared with a blanket application rate.

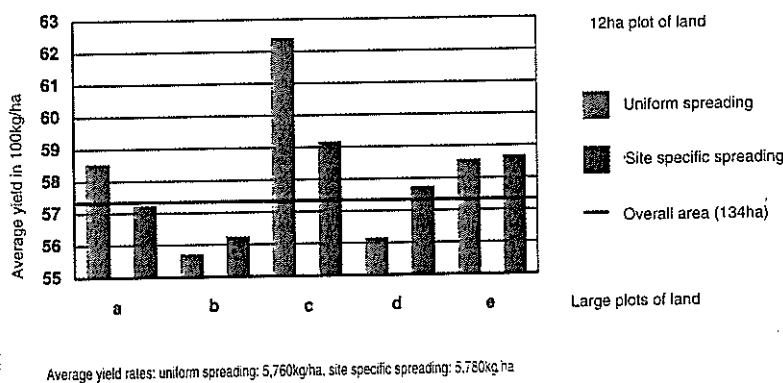


yield from 66ha by taking all the trailers over a weigh bridge. Both the combine's and trailer weighs showed the average yield on the test area was 6,380kg/ha over the entire 66ha. The average yield for the plots which had received nitrogen adjusted to match our sampling results was 6,660kg/ha. The area that received a blanket treatment of nitrogen averaged about 6,270kg/ha - some 390kg/ha less.

The evaluation of yields over the remaining 134ha trial area, however, produced no uniform yield trend. Here the average yield was about 5,700kg/ha. (See graph).

The fact that the plots with varied applications of nitrogen yielded pretty much the same as the test strips given a blanket application, however, should not be seen as a failure of the technique. In some places, up to 21kg/ha LESS N had been applied.

The yields recorded over this area were "only" comparable to a similar area that had a blanket nitrogen application. But up to 21kgN/ha was saved.



The computer then altered the application rate to the setting for the appropriate plot in the test area where the machine was working. The system worked well, and showed that is quite feasible to alter rates on-the-move, completely automatically and according to pre-programmed data. But it does take a lot of work to first arrive at the necessary preliminary data.

The amounts of N applied in the three separate dressings during the season ranged from 75kg N/ha to 195kg N/ha. This is pretty much in line with a conventional blanket

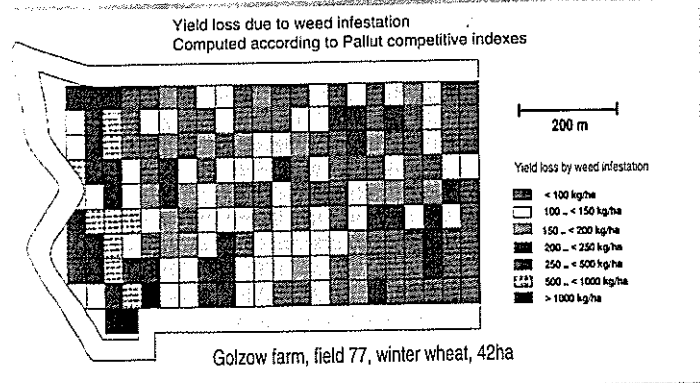
application for winter wheat in the test region. But when it came to looking at actual application rates, the total amount of N applied over all three applications showed an average reduction, overall of 17kg/ha. Savings in the individual 50m x 50m plots ranged from 2kg/ha to 21kg/ha.

OK. So we saved on fertiliser. But what about yields? We gathered yield data at harvest using combine-mounted monitors, using systems from Claas, Massey Ferguson and RDS. We also double checked the

are really promising. Not only were we clearly able to reduce overall nitrogen input, we were able to make this reduction with no appreciable loss in yield. In fact we think the trend is that yields may well have increased slightly overall.

If these results are repeated in future trials, potential savings in nitrogen will be up to £9.20/ha when compared with traditional blanket applications. This may not seem that much, but it should cover the investment costs and the extra overheads required for a 'precision farming' approach to nitrogen application.

The expected yield loss from uniform treatment.



Herbicide matched to weed levels on 42ha

These trials were carried out on 42ha of winter wheat. The test area had to be smaller because of the amount of work involved in manually assessing weed populations. Tailoring herbicide applications to a given crop is not easy. Weed types and densities will vary across a field and although blanket spraying is theoretically uneconomical over an entire field, the potential economic losses that can result due to poor control make this approach the only currently viable option.

With this in mind, we first looked at our trial area and identified the levels of weed infestation in various sections of the plot. The potential yield loss was calculated by assuming the yield if no weed control was carried out at all. (See graph). Looking at the total area, the losses look pretty even. Relate them back to individual plots and it is a different matter. Some areas would have the yield potential knocked back by more than 1,000kg/ha.

Current technology makes the infinite variation of herbicide application rates impractical even in test situations. Should the rates applied along the spray boom, for example, be altered as well as varying the spray rate according to the sprayer's position in the field? Should heavy infestations of one type of weed receive a higher dose of herbicide than a less resilient infestation of another type of weed? Taking these factors into account would, frankly, make the whole job far too complex. Current thinking

suggests that varying spray rates in steps is the best approach. So the application rate in our trial was varied

between 50%, 75% and 100% of the recommended full dose used in a typical blanket approach. We used the same sprayer,

employed to apply liquid fertiliser on our other trial, to apply the herbicide, and again working at 36m. We assumed that the whole test area would have received a blanket herbicide application but at a

reduced rate, as is typical with wheat crops. So we worked out that the increase in yield would only apply to about 35% of the field area where the weed infestation was heavy enough to suppress yields. This basically meant 65% of the crop area would not yield enough extra wheat to cover the cost of herbicide applied to it.

Points to consider with varied herbicide application:

- Savings in crop input and costs will depend upon weed infestation.
- Environmental benefits from reduced chemical input.
- Selective chemical use to deal with specific weeds within a field. The trial had not been completed at the time of going to press. The full results will be printed in a future issue.

Precision farming – counting the costs

There is, unfortunately, no reliable long term independent data that allows the true economic value of precision farming techniques to be assessed. Our trial experience clearly demonstrated to us that there is fantastic potential in altering seed, fertiliser and spray inputs. But to get there takes a lot of preparation, none of which can currently be automated.

Both industry and science are working towards perfecting the overall system. Part of the jigsaw is already in place – implements suitable for precision farming are already in existence in pre-production form, and some are already in production. Currently the technical development is concentrating on field trials and on perfecting these implements. The practical implications also need much more detailed work.

Although independent research carried out on the scale we have outlined in this article is still unique in Europe, more and more farmers and contractors will start using elements of precision farming technology. Our initial findings suggest that the idea is sound and likely to show practical benefits. We just need the technology to come up to speed to make it a practical proposition over large field areas.

The Bornim Institute of Agricultural Technology has been responsible for the research data outlined. The actual trials were conducted at a farm in Golzow, Brandenburg, Germany. The test site comprises a total of 7,000ha of extremely mixed soils, and provides a good platform to test varied inputs of seed, fertiliser and pesticides. The aim is to test currently available equipment and equally important new assessment techniques. All tests and activities are geared to one single aim: developing a comprehensive system that works in the field and estimating and evaluating the economical and ecological impact of precision farming. In 1996, the second trial year, more than 900ha of arable land has been included in this research. These results will be featured in future issues.

The four articles on GPS and precision farming (profi international 10/96,11/96) are based on the research carried out by the faculty "Technology in crop farming" at the Bornim Institute of Agricultural Machinery. Apart from the author, the following were involved: J. Schmerler, PhD, G. Wartenberg, PhD and D. Ehlert, PhD is head of the faculty.

Undersökningar av metoder för anpassad kvävegödsling och för ogräsbekämpning baserad på inomfältvariationer i ogräsförekomst - precisionsodlingsprojekt på Golzow

På ett antal utvalda fält på Golzow har det sedan några år pågått skördekartering, där man studerar skördevariationernas beroende av kvävetillgång, utsädesmängd och ogräsförekomst (bilaga 1 och 2). Vid besöket på Golzow refererades resultaten från kväve- och ogräsförsöken, medan studierna av utsädesmängder togs upp vid besöket på ATB, Potsdam den 11 mars.

Kvävetillgång

Skördekartering med anpassad kvävegödsling har utförts under två år på 200-300 ha (bilaga 3 och 4). En allmän slutsats är att skörden har varierat mellan 25 och 60 dt/ha och att områden med låga skördar återkommer år från år, medan det är svårare att "repetera" höga skördar. Skördemätningarna kompletteras med flygbilder och fjärranalys (bilaga 5) samt mätning av klorofyllhalt med hjälp av kalksalpetermätare.

På de fält som skördekarterades anlades tre gödslingsförsök med en kvävestege från 0 kg till 280 kg N per hektar (bilaga 6). I dessa försök erhöles tre olika kväveoptima: 30 kg, 125 kg och 145 kg N per hektar, med skördar på 70 dt, 73 dt resp. 75 dt/ha. Med utgångspunkt från försöksresultaten rekommenderades tre kvävegödslingsnivåer, nämligen 90 kg, 110 kg resp. 150 kg N per hektar.

De fält som skördekarteras gödslas stråkvis parallellt dels med platsanpassad N-giva och dels en giva efter ett medeltal för hela fältet (bilaga 7). Man gödslar höstvetet tre gånger och den första gödslingen regleras efter kväveprofiltagning på våren, medan andra och tredje gödslingen grundas på klorofyllmätningar, med t. ex. kalksalpetermätare eller liknande (bilaga 8 och 9). Kväveprofilerna togs på ett djup av 0-60 cm och den uppmätta mängden kväve varierade mellan 25 och 90 kg N/ha (bilaga 10). Man uppgav att trots noggrann provtagning finns en variation i analysresultaten på 15 % inom provtagningsytan. Givan som anpassades till kväveprofiltagningen varierades mellan 75 och 230 kg N/ha, med ett medeltal på 132 kg N/ha, medan medelgivan för hela fältet var 148 kg N/ha (bilaga 11).

Den platsreglerade N-tillförseln ökade precisionen jämfört med medeltalsgivan. Skörden blev högre, men proteinhalten sjönk i genomsnitt för den platsreglerade N-tillförseln. Man noterade dock mindre variation i proteinhalt med den platsreglerade N-tillförseln (bilaga 12-14). Som komplement till skördemätningar gjordes även mätningar av klorofyllinnehållet i grödan över hela fältet (bilaga 15).

Ogräsförekomst

Under 1995 och 1996 studerades skördevariationens beroende av ogräsförekomsten inom två fält på 40 och 96 hektar. Man har under dessa år haft flera försök med anpassad bekämpning.

Man har konstaterat att variationerna i ogräsförekomst på ett fält kan vara mycket stora. T. ex. kan lomme variera från 1 till 80 plantor per kvm och baldersbrå från 0 till 280 plantor per kvm.

Ogräsförekomsten och ogräsfloran förändras fort inom fältet och man märker en stor variation på korta sträckor. Skillnaderna kan bero på mark- och jordförhållanden samt föregående åtgärder på fältet såsom skördetröskans körning eller stallgödselkörning.

Herbicidinsatserna har på grundval av ogräsförekomsten varierats mellan 50 och 100 procent av normaldos. Anpassningen har på grund av sprutans bredd, 36 meter, gjorts på relativt stora ytor. Ogräsen har räknats på 0,5 kvm och sedan har fältet delats upp på 36 x 50 m rutor. Efter sprutningen har återstående ogräs mätts upp.

Skördeförlusterna på grund av ogräsförekomst varierade mellan 0 och 1000 kg/ha. Exempelvis kunde på en tredjedel av fältet ogräsbekämpning vara olönsam p.g.a. för liten ogräsförekomst, medan resterande två tredjedelar hade ekonomiskt utbyte av bekämpningen.

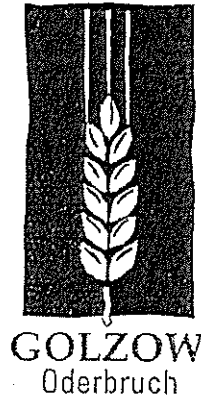
Vissa delytor på ett fält återkommer år efter år vad gäller stora ogräsförekomster. Man skulle kunna fastställa ogräsförekomsten och ha denna som utgångspunkt för framtidens ogräsbekämpning.

Ett alternativ till ogräsräkningen i smårutor kan i framtiden vara en okulär bedömning av ogräsförekomsten genom att gå över fältet och notera förekomsten i en bärbar dator tillsammans med koordinaterna för platsen för bedömningen. Den samlade bilden av denna bedömning skulle ligga till grund för kommande anpassade bekämpning.

Bildanalys skulle kunna vara ytterligare ett alternativ till ogräsräkning, men är i dagsläget för dyr och datakrävande. Man beräknar att kunna tjäna 15-25 DM på att styra bekämpningen, och det betalar idag inte en dyr utrustning. Idén skulle vara att montera en kamera på traktorn och en dator med stor kapacitet räknar om ogräsförekomsten till inställning av sprutan till lämplig dos.

I avsnittet om kvävetillgång har hänvisningar gjorts till specifika bilagor (1-15). Utöver dessa bifogas ytterligare bilagor av mer allmän karaktär som inte direkt kan hänföras till någon del av texten, men som ytterligare belyser omfattning, inriktning och resultat från precisionsodlingsprojektet på Golzow. Bilagorna är i vissa fall tyvärr av dålig kvalitet. Bilagorna i original, delvis i färg, finns i en upplaga på Institutionen för jordbruksvetenskap Skara, SLU Skara.

Goals of the Golzow Project



- **Seeding, Fertilization and Herbicide Application Site Specific under Large Scale Farm Conditions**
- **Practical Testing and Evaluation of Variable Rate Application Technology (Equipment, Techniques, Methods)**
- **Promotion of Advance in Information Management and Logistics**
- **Economical Evaluation under Farm Conditions**
- **Contributions to the System Design**

orschik60911@golziel.cdr

Engineering for
Crop Production
Division

Goals of the
Golzow Project

ATB

Site Specific Fertilization

- 200 ha Nitrogen Fertilization
2nd year
- additional 342 ha Nitrogen Fertilization
1st year, reduced data acquisition

Site Specific Seeding

- 1995: 122 ha Winter Wheat
- 1996: 30 ha Maize
- 1996: 95 ha Winter Wheat

Site Specific Herbicide Application

- 1995: 40 ha Herbicide Application
- 1996: 95 ha Herbicide Application

β -Test

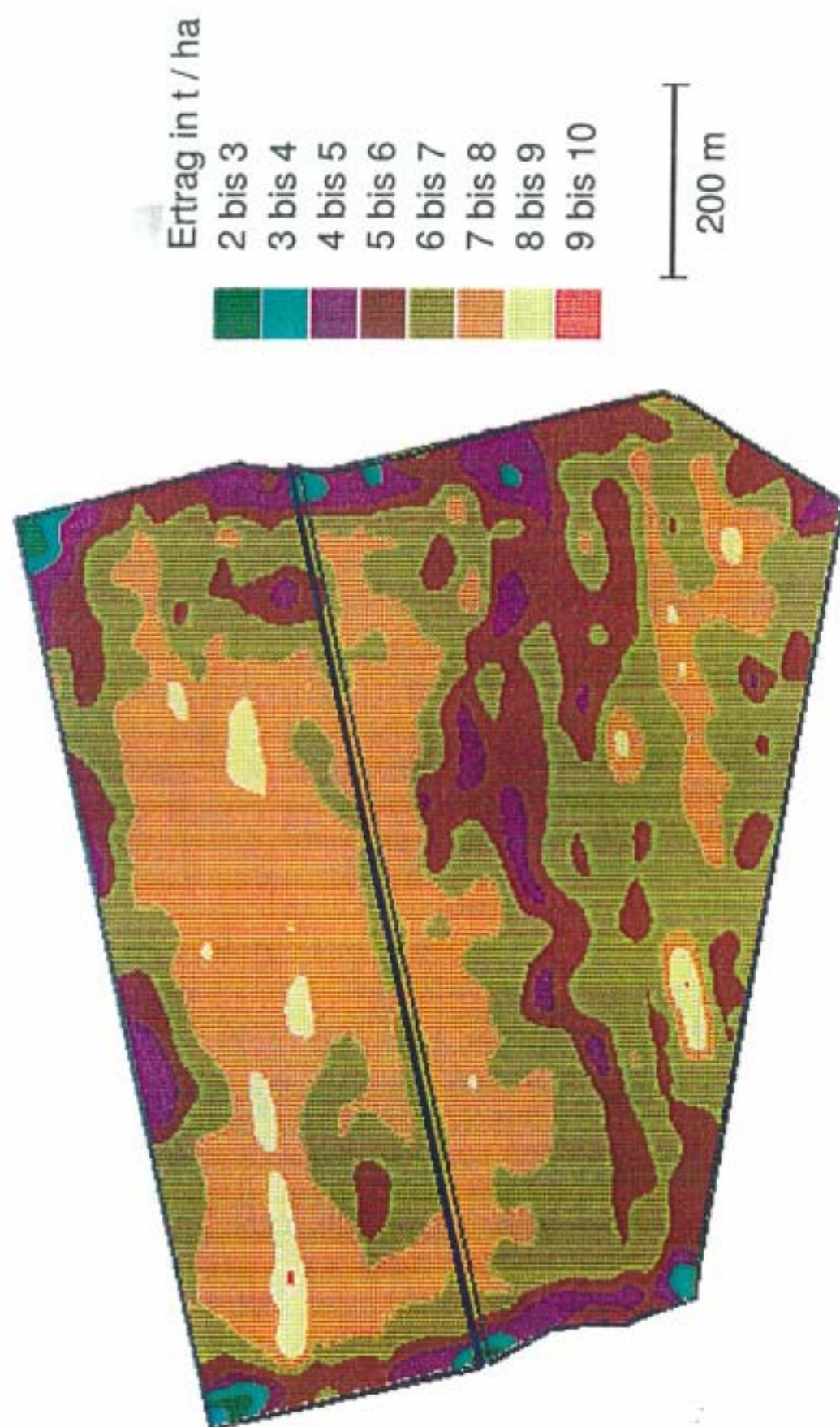
- LEM + ACT + AgroMap (Claas)
- GIS TopoL + FertiTopoL (KW-Computer)
- Bordcomputer UniPilot (Müller-Elektronik)

jurschik60920/activ96.cdr

Engineering for
Crop Production
Division

Further Activities
in Golzow 1996

ATB

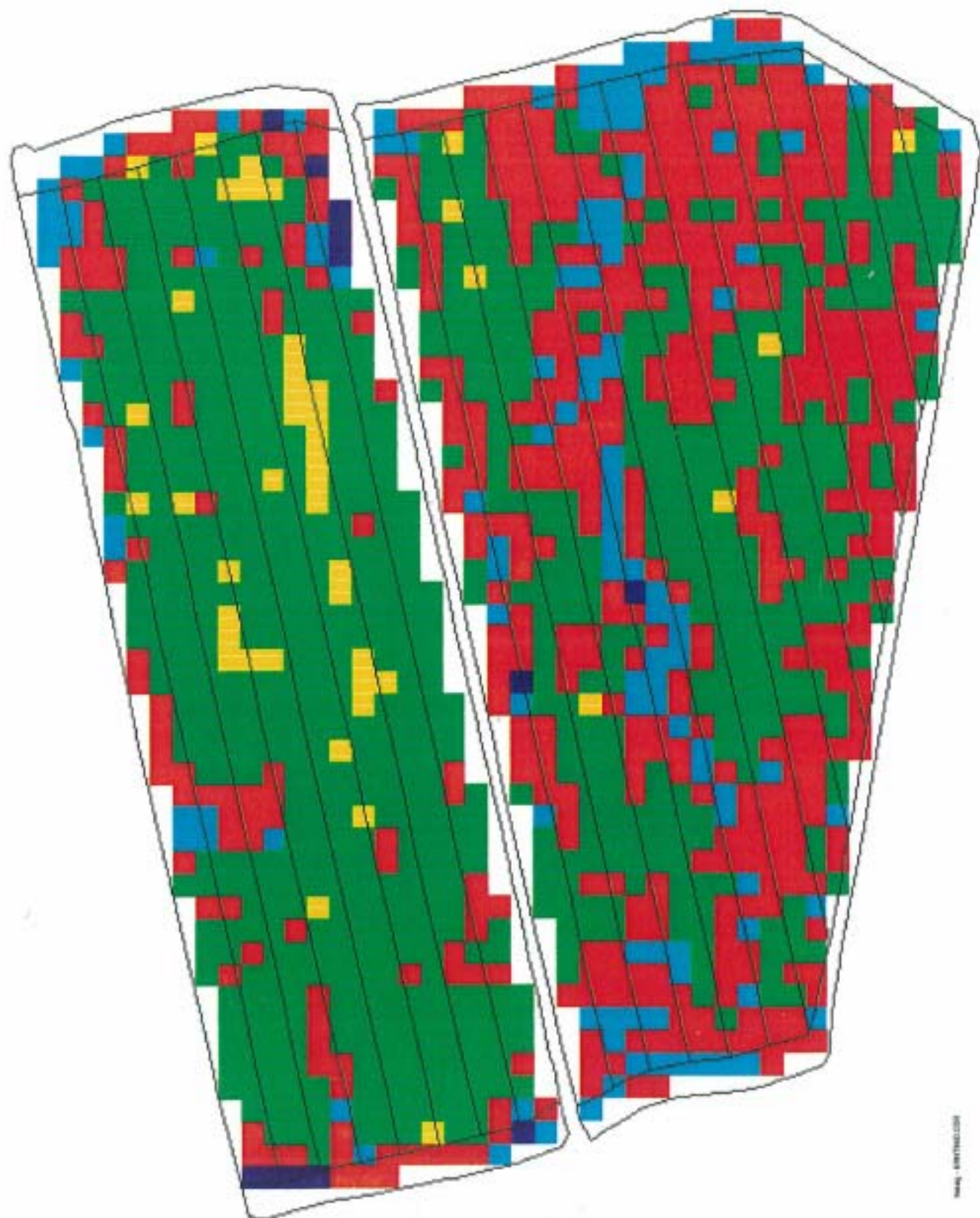


Ertragskartierung Winterweizen 1995,
Landwirtschaft Golzow, Schläge 47 und 48, 67 ha



ATB

Ertragskarte 1996, Schlag 47/48, Golzow/Oderbruch

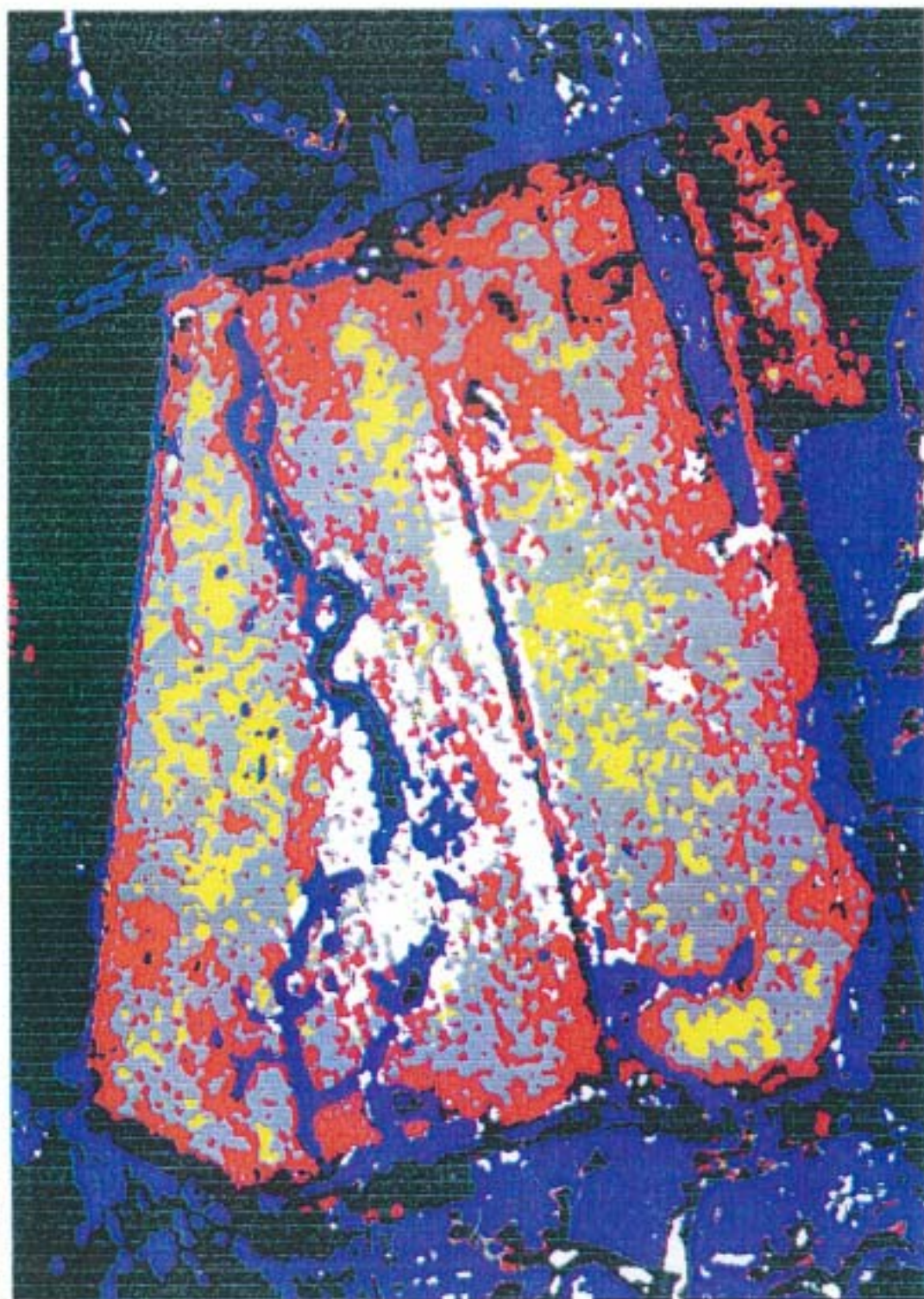


15 .. 30 dt/ha
 30 .. 45 dt/ha
 45 .. 60 dt/ha
 60 .. 75 dt/ha
 75 .. 90 dt/ha

200 m

ATB

Agrartechnik Bornim



Vegetationsindex NDVI



verschwindend

sehr niedrig

niedrig

mittel

hoch

sehr hoch

Technik im
Pflanzenbau

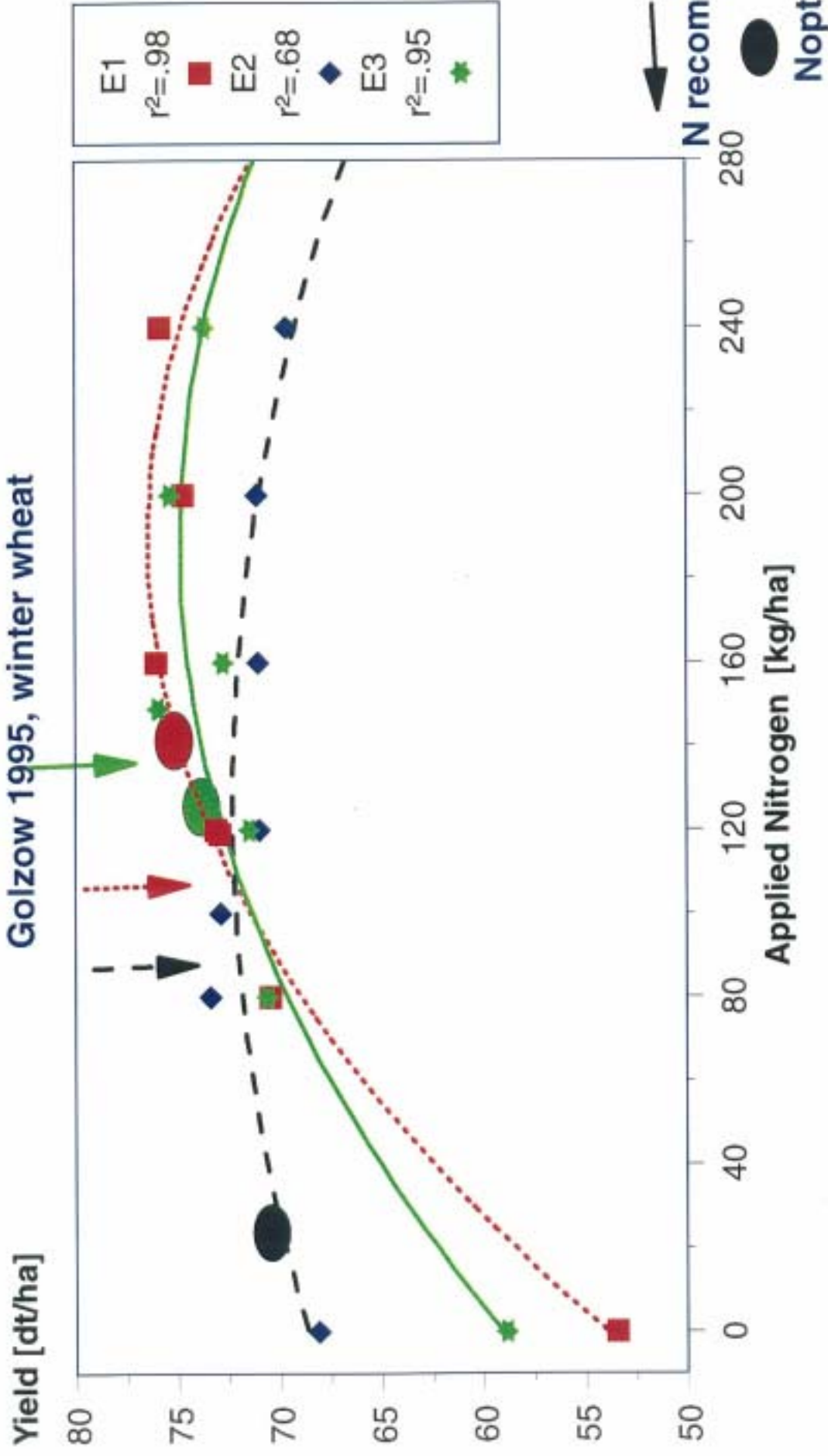
CIR-Luftbild, Vegetationsindex NDVI
Landwirtschaft Golzow, Schläge 47 u. 48, 11.7.94

ATB

Nitrogen Response on three Sites

within Field 48

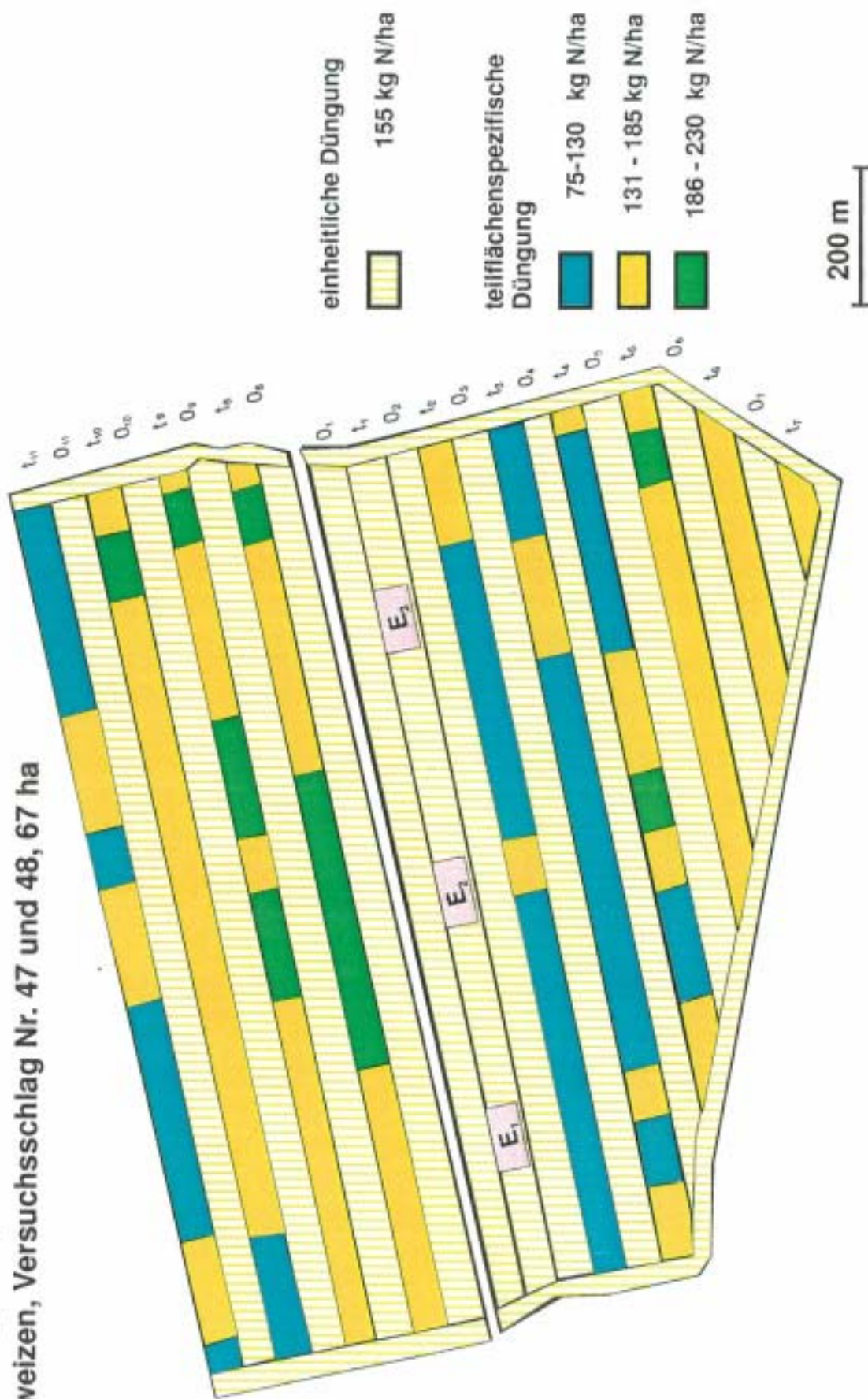
Golzow 1995, winter wheat



Düngeraufwand

3 Stickstoffgaben, 1995

Winterweizen, Versuchsschlag Nr. 47 und 48, 67 ha





Field trial Golzow 1995, Field 48

Comparison between site specific and uniform nitrogen application

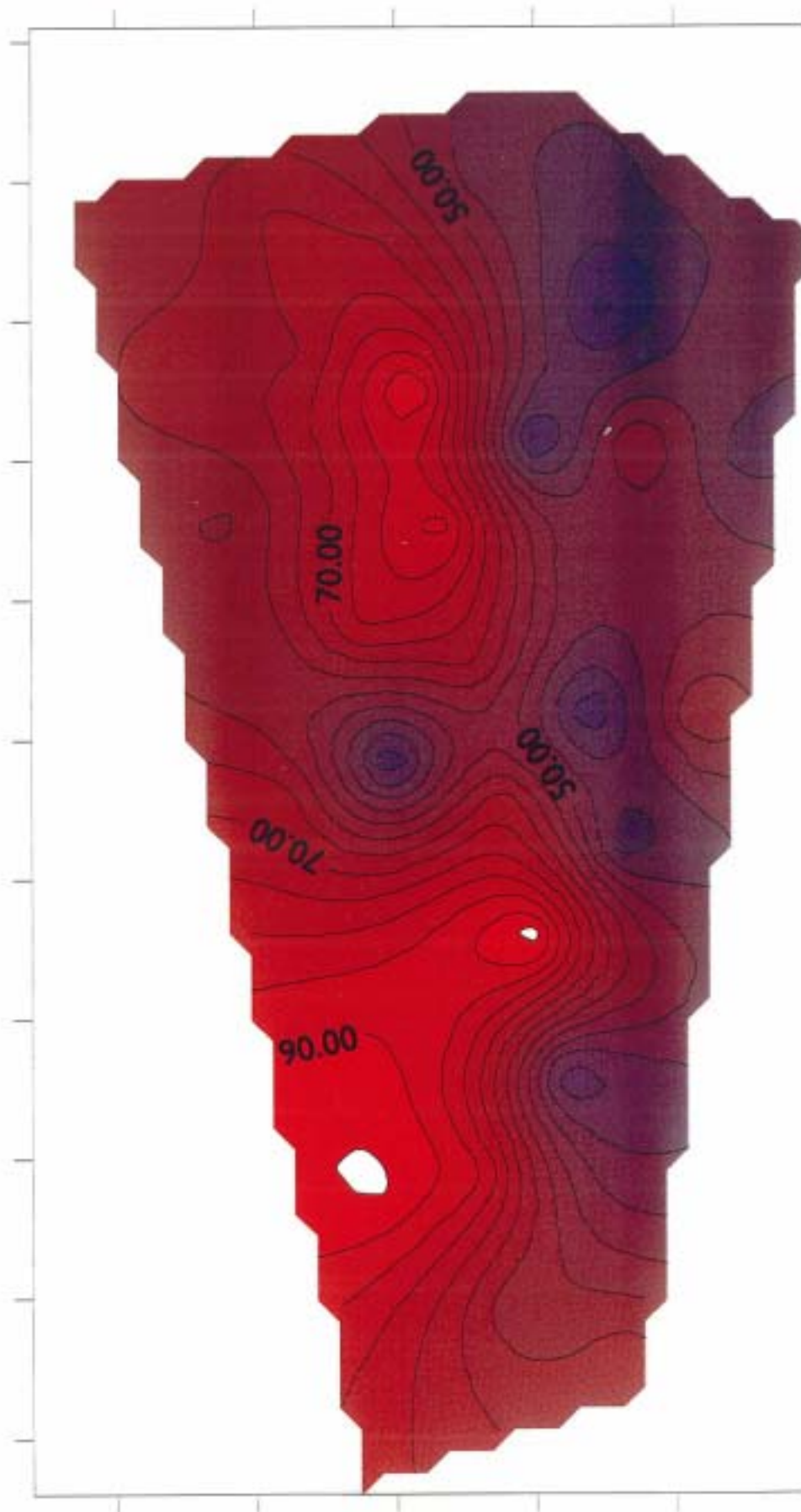
I. Measurements and nitrogen application rates

Parameter	site specific			uniform		
	AV	Range	CV %	AV	Range	CV %
expected yield [dt/ha]	65	30-90	-	-	-	-
crop density [plants/m ²]	160	94-228	27	-	-	-
Nmin 0-60 [kg/ha]	57,5	28-99	34	-	-	-
N rate 1st appl. [kg/ha]	61	30-110	39	70	-	-
N-Tester Meas. 2nd appl.	622	555-693	5,1	607	548-695	11,1
N rate 2nd appl. [kg/ha]	26	10-50	37	36	-	-
N-Tester Meas. 3rd appl.	623	555-693	4,6	629	509-719	5,7
N rate 3rd appl. [kg/ha]	45	0-85	34	42	-	-
Total N rate [kg/ha]	132	75-230	24	148	-	-

Deep Soil Nitrogen in Spring (0-60 cm, Golzow 1995, Field 48, 36 ha)

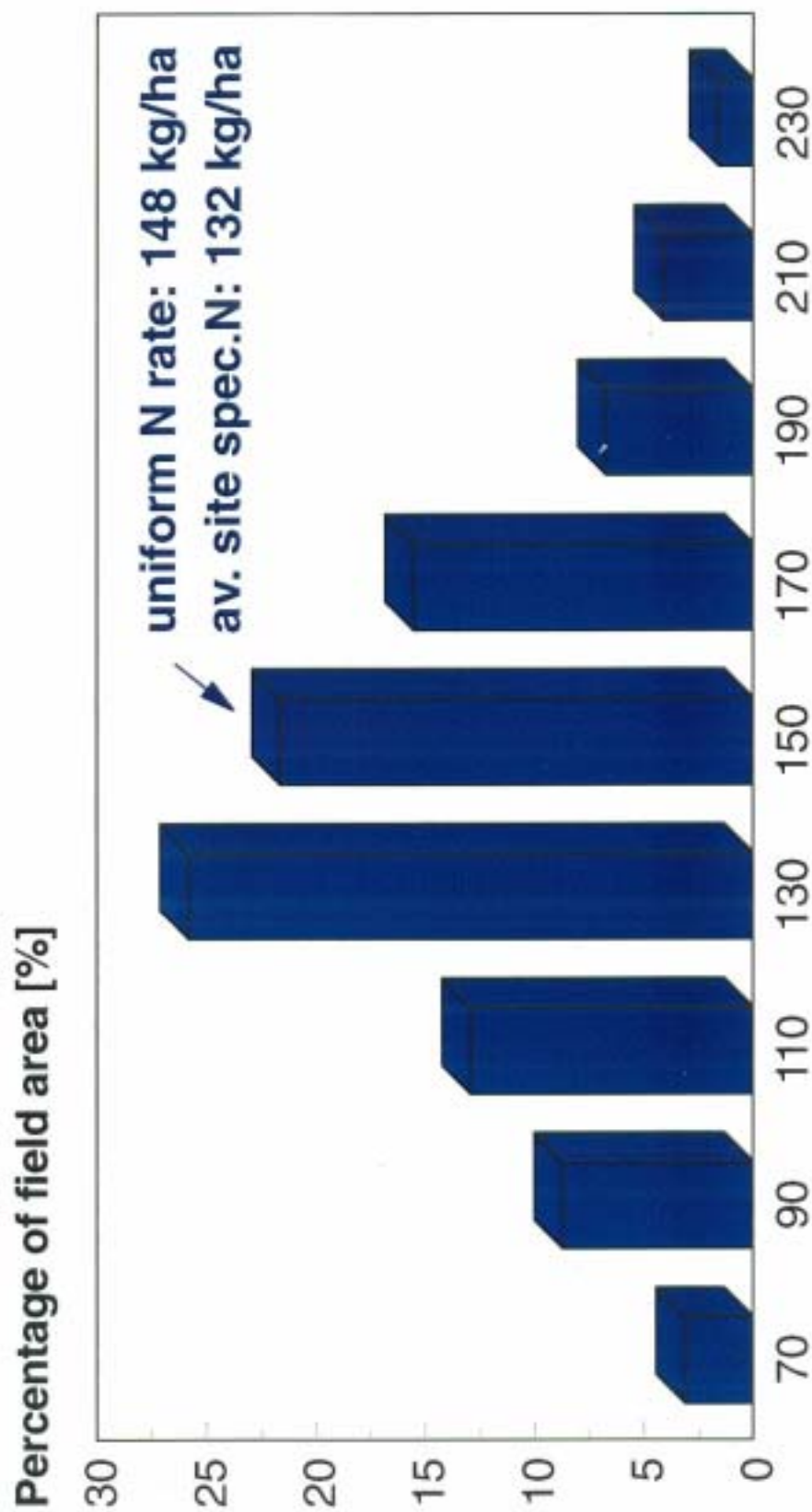


[kg N/ha]



Histogram of Site Specific N-Rates (total N rate)

Field 47/48, 66 ha, Golzow 1995





Field trial Golzow 1995, Field 48

Comparison between site specific and uniform nitrogen application

II. Results

Parameter	site specific			uniform			signif. diff.
	AV	Range	CV %	AV	Range	CV %	
ears/m ²	459	227-640	23,9	422	227-609	22,3	
TGW [g/1000 grains]	40,5	34,2-46,6	8,0	39,5	33,6-43,8	6,0	
spec. weight [kg/100l]	77,0	73,8-80,1	1,8	78,5	75,2-80,7	1,7	*
Protein [%]	12,4	11,0-13,3	4,1	13,0	11,8-14,6	4,6	*
yield [t/ha]	6,7	5,2 -8.1	10,4	6,3	4,9-7,9	9,4	



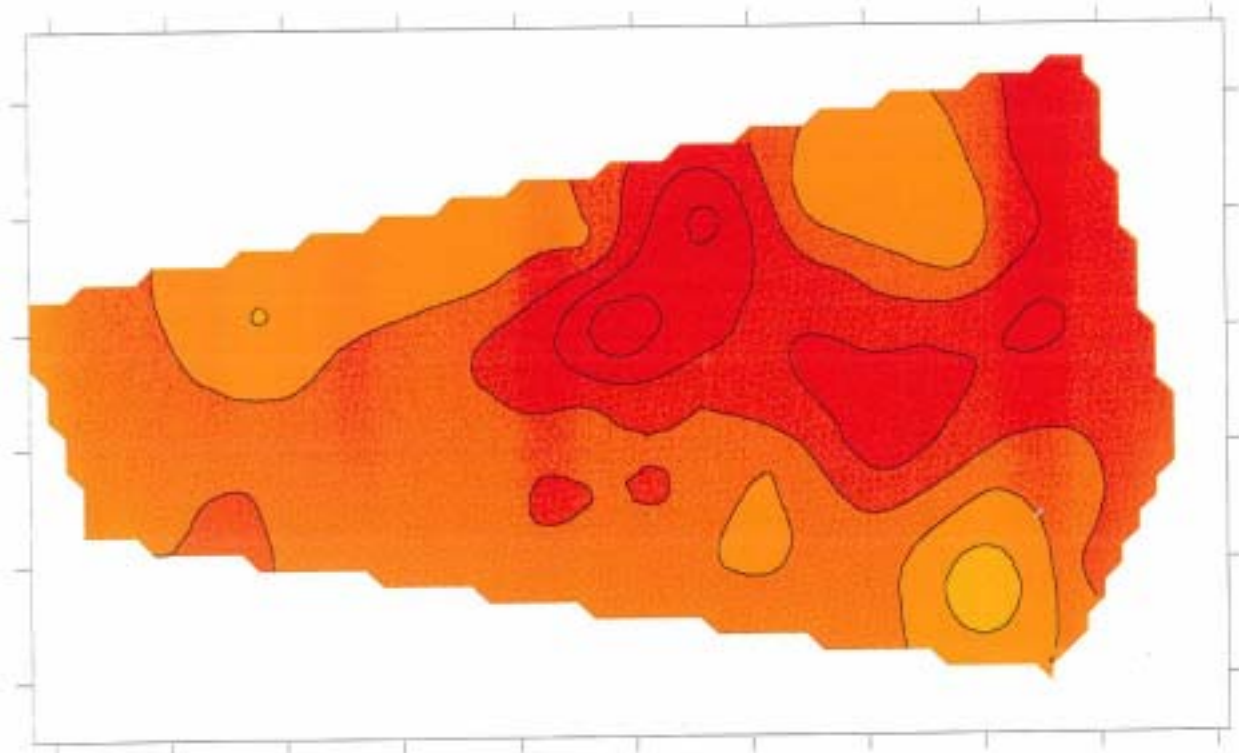
Field trial Golzow 1995, Field 48

Comparison between site specific and uniform nitrogen application

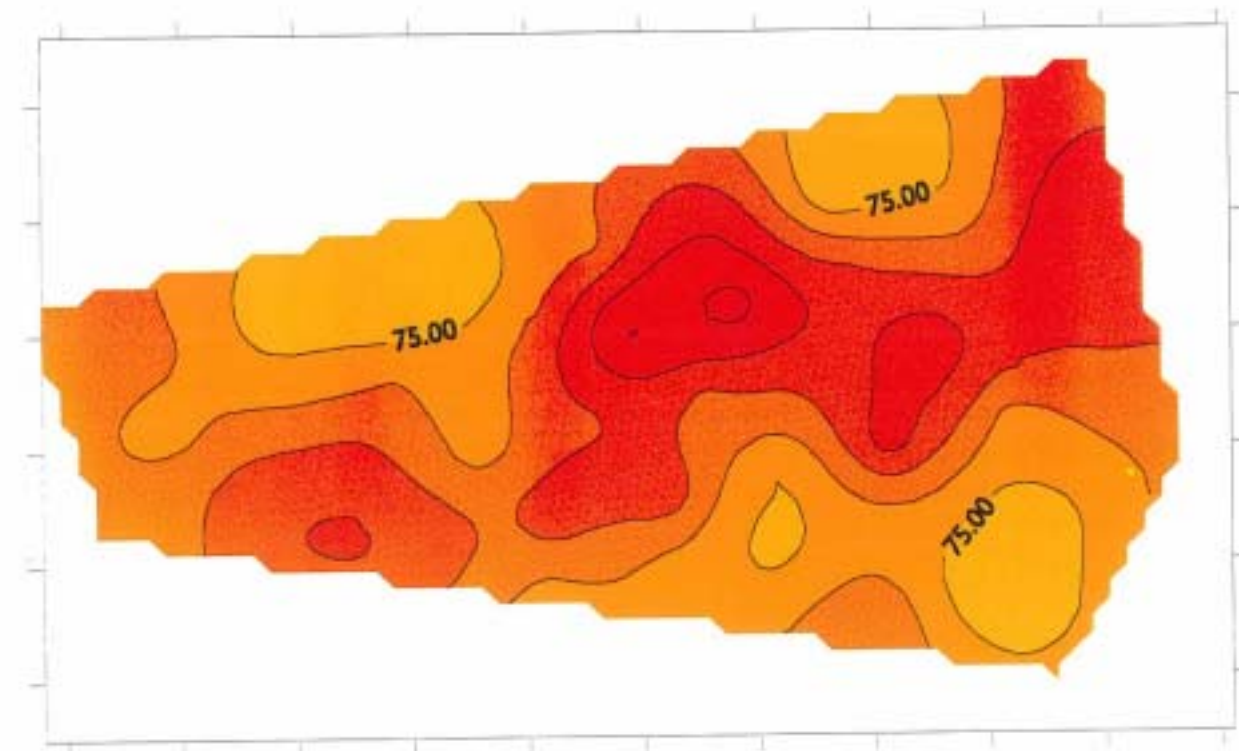
II. Results

Parameter	site specific			uniform			sign.
	AV	Range	CV %	AV	Range	CV %	diff.
ears/m ²	459	227-640	23,9	422	227-609	22,3	
TGW [g/1000 grains]	40,5	34,2-46,6	8,0	39,5	33,6-43,8	6,0	
spec. weight [kg/100l]	77,0	73,8-80,1	1,8	78,5	75,2-80,7	1,7	*
Protein [%]	12,4	11,0-13,3	4,1	13,0	11,8-14,6	4,6	*
yield [t/ha]	6,7	5,2 -8,1	10,4	6,3	4,9-7,9	9,4	

**Yield Map for uniform N rate
(Golzow 1995, Field 48)**



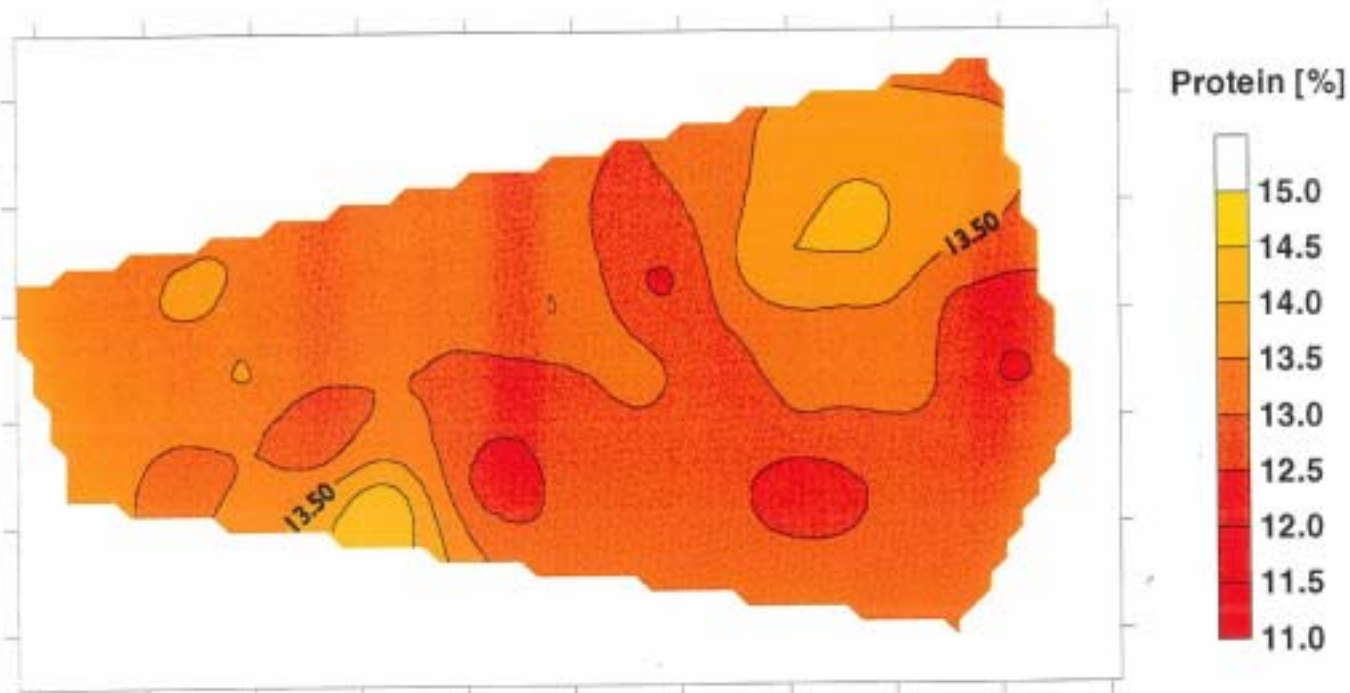
**Yield Map site specific N rate
(Golzow 1995, Field 48, 36 ha)**



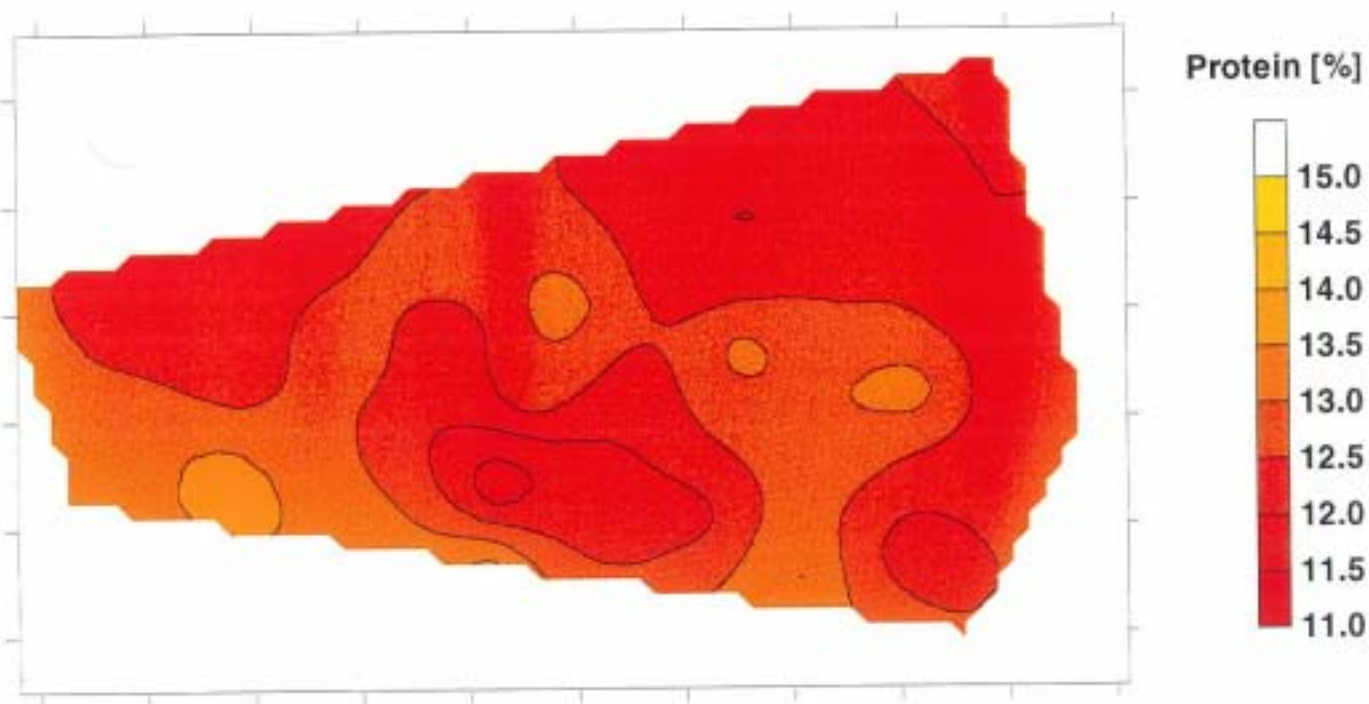
390
3

Bi

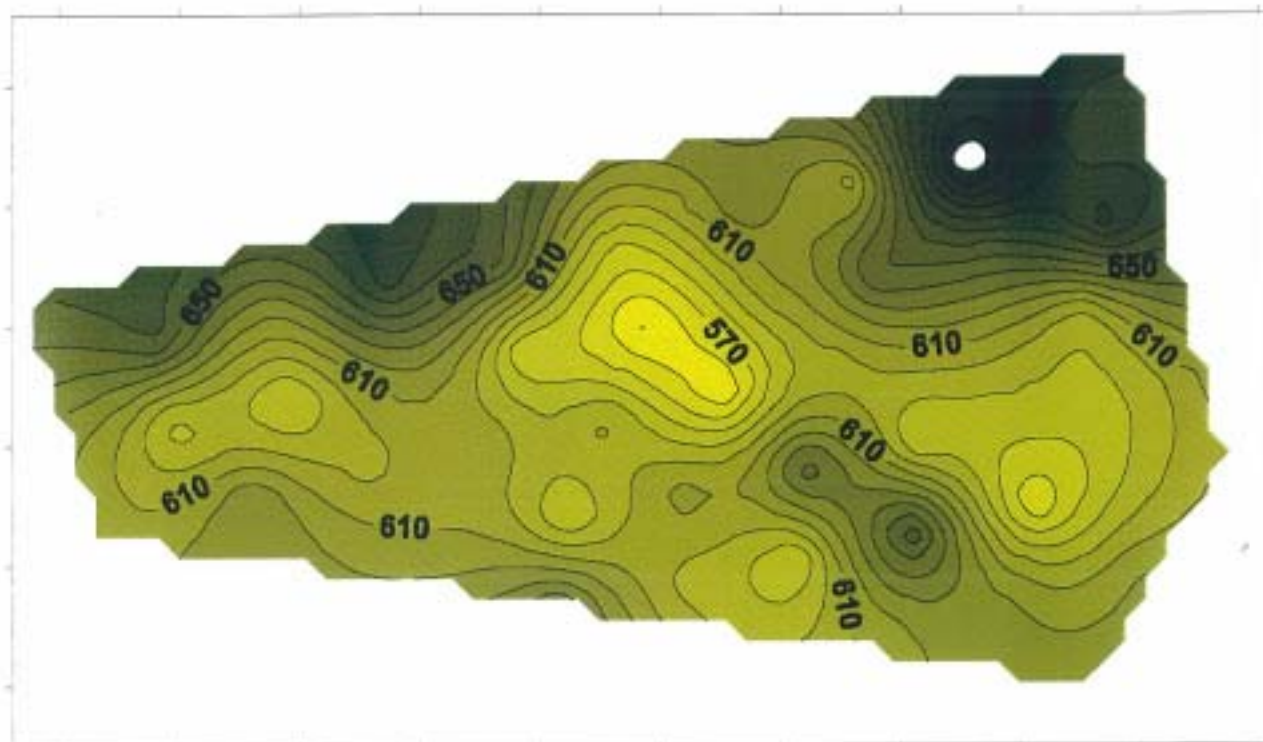
**Crude Protein after previous uniform nitrogen Application
(Golzow 1995, Field 48)**



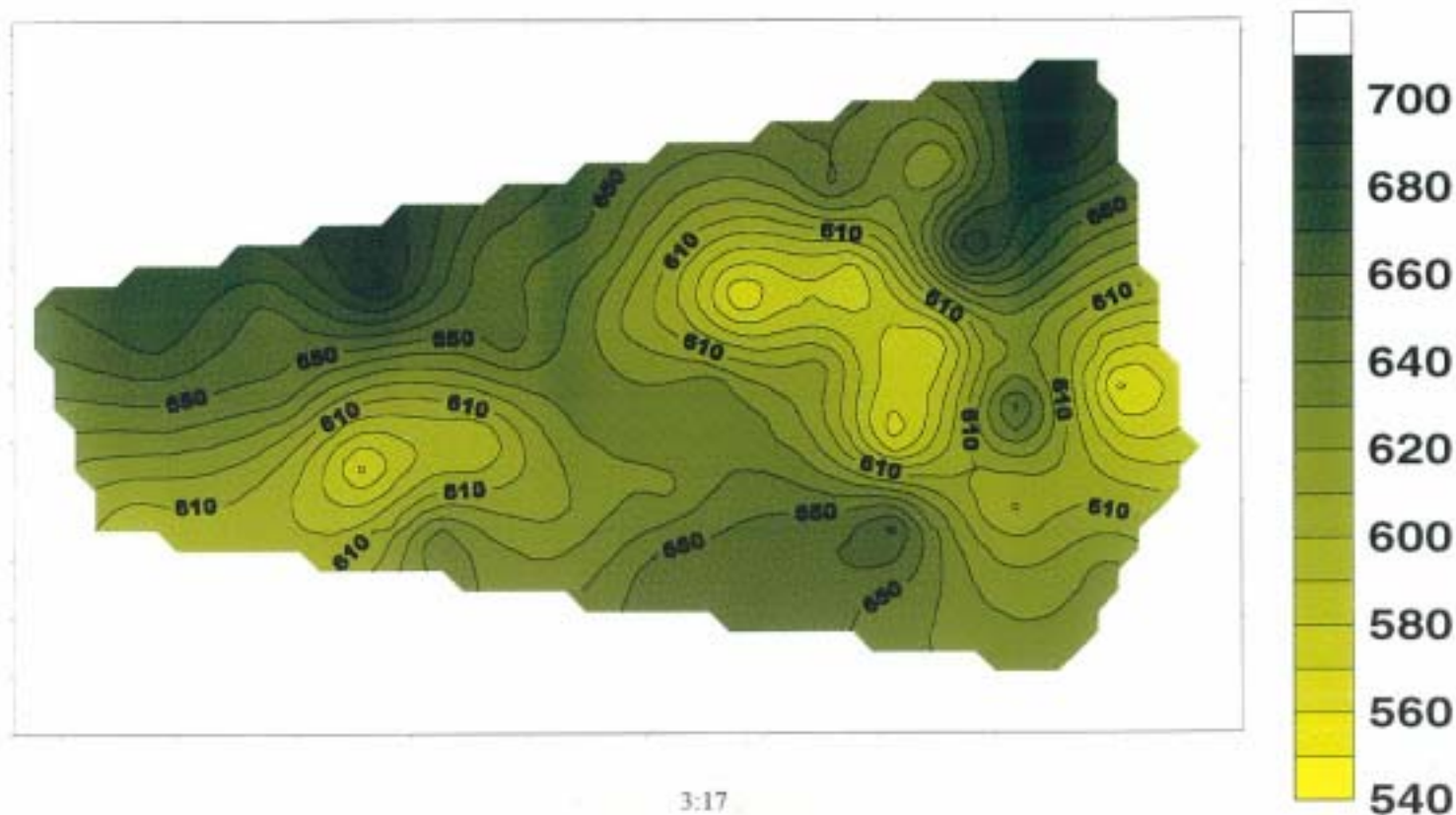
**Crude Protein after previous site specific nitrogen application
(Golzow 1995, Field 48)**



**Chlorophyll Map after previous uniform
N application at growing start (70 kg N/ha)
(Measurement: GS 30/31, w.wheat, Golzow 1995)**



**Chlorophyll Map after previous site specific
N application at growing start (61 kg N/ha)
(Measurement: GS 30/31, w.wheat, Golzow 1995)**



Forskning om precisionsodling vid Institut für Arbeitstechnik Bornim (ATB)

Forskningsområden vid ATB

Det är institutets uppgift att utveckla miljöriktiga tekniska metoder för växtproduktion, djurhållning och trädgårdsodling samt för alternativa former av markanvändning, särskilt landskapsvård. Institutet arbetar vidare med omfattande systemundersökningar, som innefattar analys av ämnes- och energiströmmar (inkl. avfallshantering), såväl som utvärdering av i detta sammanhang utvecklade metoder med bedömning av teknikens konsekvenser. ATB bedriver i princip tillämpad forskning, bl.a. i syfte att ta fram beslutsunderlag för myndigheter. Institutets projekt inom precisionsodlingsområdet utgör en del av denna mångsidiga forskning, som bedrivs inom åtta avdelningar. Institutet hade vid besöket närmare ca 135 anställda, varav 35 forskare. Medel erhålles från lantbruksministeriet (Bonn) och från delstaten Brandenburg och genom ansökningar.

Vid besöket hälsades vi välkomna av Dr.-ing. Detlef Ehlert, som är chef för Avdelningen för *Technik im Pflanzenbau* (Teknik i växtodlingen), där precisionsodlingsforskning bedrivs. Sådan forskning påbörjades i Tyskland 1992. Man uppskattade att med precisionsodlingsteknik kunde de ekologiskt fördelaktiga effekterna på heterogena ståndorter uppgå till det 10-faldiga i tillägg till de ekonomiska fördelarna av inbesparade gödslingskostnader och/eller högre skördar (se nedan). En målsättning är också att med sådan teknik minska kostnaderna och mängderna insatsvaror. Hit hör bl.a. kostnadsfördelaktig och markskonande jordbearbetning och reducering av insatserna av växtskyddsmedel. Platsspecifika odlingsåtgärder ansågs möjliga i följande avseenden:

Åtgärd	Möjliga	Möjliga under vissa betingelser	Zonvis möjliga
Jordbearbetning:			
Arbetsdjup	-	+	+
Arbetsbredd	-	+	+
Utsäde			
Sådjup	+	+	+
Utsädesmängd	+	+	+
Sorter	+	+	+
Gödsling			
Spridningsmängd	+	+	+
Komponenter	+	+	+
Växtskydd			
Preparatmängder	+	+	+

Metoder för mätning av skörd av vall, silomajs och potatis samt mekanisk tillväxtuppskattning i växande grödor

Forskningen inom områdena kvävegödsling och ogräsbekämpning belystes vid besöket på Golzow. Ett annat område som studerades var bestämning av heterogeniteten i växande bestånd genom maskinburen utrustning, vilket redovisades av dr. Ehlert. På självgående slaghackor studerades en skördebestämningsutrustning 1994 och 1995. Denna baseras på en volymmättningsprincip med mätning av spaltbredden mellan övre och undre pressvalsen i intaget. Undersökningarna omfattade också silomajs och korn till helsädesensilage. Med hjälp av DGPS och GIS framställdes sedan skördekartor. Resultaten tyder på stor heterogenitet i avkastningen och behov av platsspecifika odlingsåtgärder. Följande skördevariationer angavs: för vall 30 - >150 dt/ha och för silomajs 50-450 dt/ha.

Vidare studerades en metod att bestämma potatisskördens variationer genom mätning av den slagkraft med vilken elevatoren i potatisupptagaren kastar ut potatisen innan den uppsamlas i lagertanken. Stötkraften från kastet uppfångas av en platta och registreras sedan av en mätutrustning. Ett mycket nära samband ($R^2 = 0,997$) fastställdes mellan stötkraften och potatisströmmens massa. Det uppkom inte så stora skador på potatisen att det störde. Fallhöjden var relativt liten.

Utöver mätning med skördemaskiner finns möjlighet att mäta ojämnheter i fält med maskinburen utrustning genom indirekta mätningar av bildad biomassa i växande bestånd. Metoden går ut på att "känna av" beståndet genom mekanisk beröring med hjälp av en rörlig cylinder. Ju mer biomassa desto större motstånd gör denna vid beröringen, så att cylindern pendlar ut, vilket registreras. Detta gör en relativ biomassebestämning möjlig (råg: samband med förklaringsgrad $R^2 = 0,86$). Med denna metod kan biomasseproduktionen hos en stråförsedd gröda positionsbestämmas redan långt före skörden och i princip utnyttjas för platsspecifik gödsling och dosering av växtskyddsmedel. Ogräs kan dock störa mätningarna.

Metoder för anpassning av utsädesmängder

Dr. Johannes Schmerler redovisade försök med platsspecifik sådd. År 1996 studerade man anpassad sådd i jämförelse med enhetlig sådd på ett majsält (*Körnermais*, dvs. majs till mogen kärnskörd). Man studerade sambandet mellan utsädesmängd, markbördighet (mätt genom *Ackerzahl**) och skörd av majsen.

*) Förklaring till *Ackerzahl*:

I Tyskland genomfördes på 1930-talet en riks-jordtaxering eller -värdering (*Reichsbodenschätzung*) som en följd av en lag (*Bodenschätzungsgesetz*) införd 1934 för att skapa underlag för beskattning av jord- och skogsbruk. Hela det dåtida Tyskland karterades inkl. den fjärdedel av landet, öster om Oder-Neiße, som avträtts efter 1945 till Polen och Ryssland. Man tog prov med i princip 50 m avstånd. Markens värde kännetecknades genom *Bodenzahl* (marktal) och *Ackerzahl* (åkertal). Marktalet utgör ett ungefärligt mått på markbördigheten, som bedömdes på basis av tre kvalitetsnivåer:

- jordart (bestämd med utrullningsprov, *Fingerprobe*)
- geologiskt ursprung: diluviala jordar (istidsavlagringar), lössjordar, alluviala eller sedimentära jordar och förvittringsjordar
- *Zustandsstufe* (tillståndsnivå) med nivåerna 1-7, där bl.a. grundvattenstånd, rottdjup, matjordens mullhalt och djup samt jordmånsutveckling (i sämsta fall podsol) vägdes in

Efter jordart, ursprung och tillståndsnivå tilldelades jordarna indextal (*Bodenzahlen*) från som sämst 0 till som bäst 100. Jordar med talet 100 finns på slätten *Magdeburger Börde* i Östtyskland. Talen syftade till att belysa nettointäkten från jord- och skogsbruket. Om klimat- och terrängförhållandena avvek, gjordes tillägg eller avdrag. På så sätt erhöll man *Ackerzahlen* som måttstock på avkastningsförmågan, såsom denna betingades av markbördighet och andra naturliga avkastningsfaktorer. Parallellt med detta begrepp används uttrycket *Bodenpunkte* (ung. = markpoäng).

Variationen i *Ackerzahl* inom det studerade fältet var betydande, från 20 (svagt tillstånd) till 70 (bättre jord) *Bodenpunkte*. Enhetlig och varierad sådd utfördes stråkvis parallellt med varandra. Vid den varierade sådden växlade utsädesmängden från 70 000 till 110 000 kärnor per ha. Fältuppkomsten blev i medeltal något mindre för den plats specifika sådden. Det visade sig att med anpassad utsädesmängd erhöles ett gott samband mellan *Ackerzahl* (bl.a. som en jordartsgrundad bördighetsfaktor) och majsskörd. Med högsta *Ackerzahl* erhöles också högsta skörd efter anpassad sådd. Med enhetlig utsädesmängd blev överensstämmelsen sämre. I avkastningsintervallet 65-85 dt/ha erhöles vid anpassad sådd ett samband mellan *Ackerzahl* och kärnskörd med förklaringsgraden $R^2 = 0,91$. För sambandet mellan utsädesmängd och skörd erhöles $R^2 = 0,86$.

Projektet var treårigt och planerades att fortsätta med andra grödor.

Möjligheter att minska kväveförluster genom platsspecifik N-gödsling

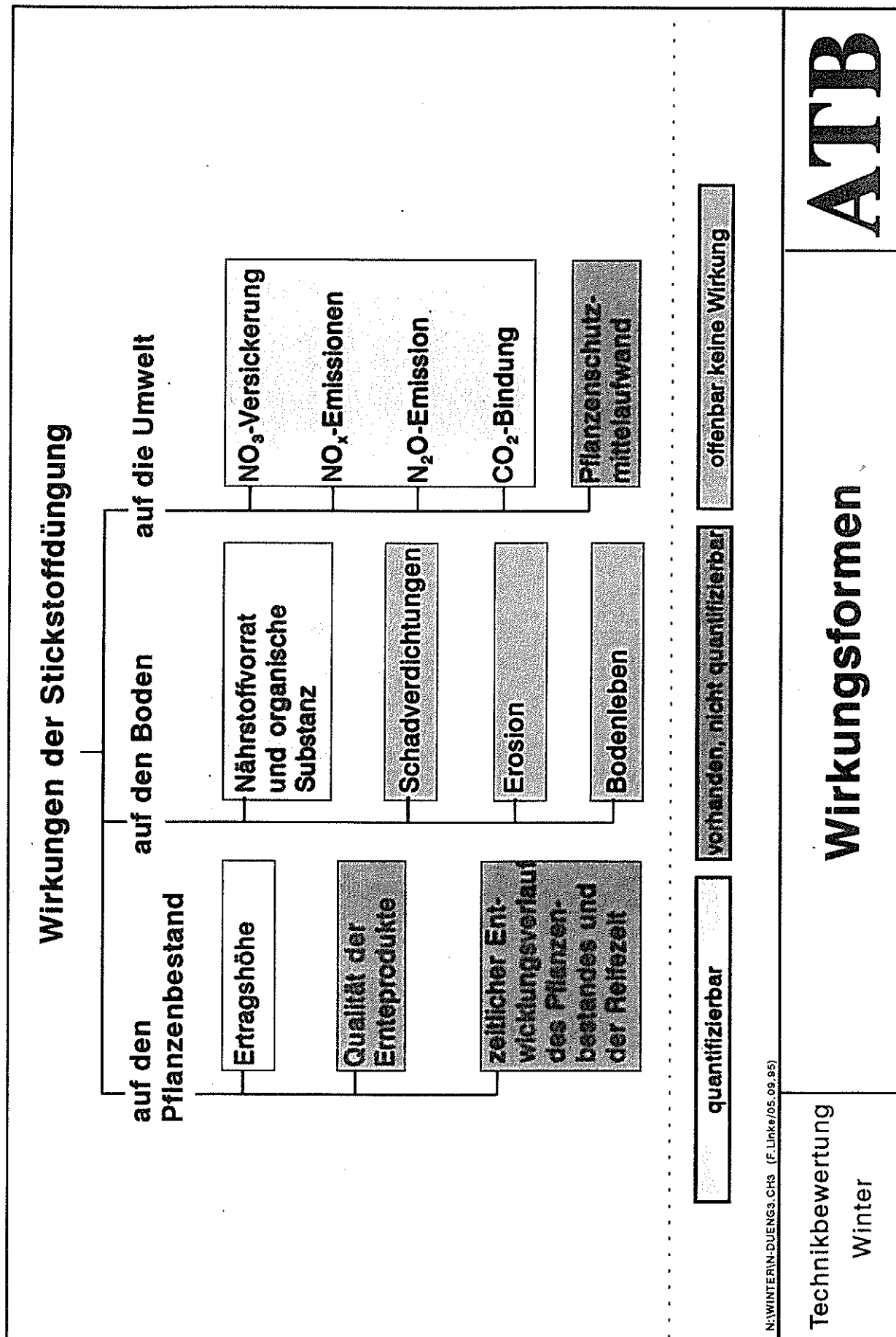
En rapport om *Fördelaktig verkan av platsspecifik gödsling på skiften med ojämn avkastningsförmåga* av Dr. sc. techn. R. Winter redovisades. Studien baserades på modellberäkningar/simuleringar. Som framgår av fig. 1 inverkar kvävegödsling på grödan (skörd, kvalitet, mognadsförlopp), jorden och på miljön (negativt genom NO_3 -utlakning, NO_x -emissioner och N_2O -emission men positivt genom ökad CO_2 -bindning). Miljökonsekvenserna kan nu mätas och värderas kostnadsmässigt. I fig. 2 belyses vad som beräknas ske under tyska förhållanden med det kväve som inte utnyttjas av grödan, med åtföljande miljökostnader. Av det vid överdriven gödsling (*Überdüngung*) tillförda kvävet beräknas 30 % försvinna genom denitrifikation, 40 % utlakas och 30 % blir kvar i marklösningen över vintern. De beräknade miljökostnaderna uppgår till ca 190, 10 resp. 0 DM per kg kväve. Med platsdifferentierad gödsling (*ideal ortsdiff.* och *real. ortsdiff.*) minskar "övergödslingen" (*Überdüngung*) i jämförelse med enhetlig gödsling på skiftet (*schlageinheitlich*), se fig. 3. Med detta reducerades de negativa följderna.

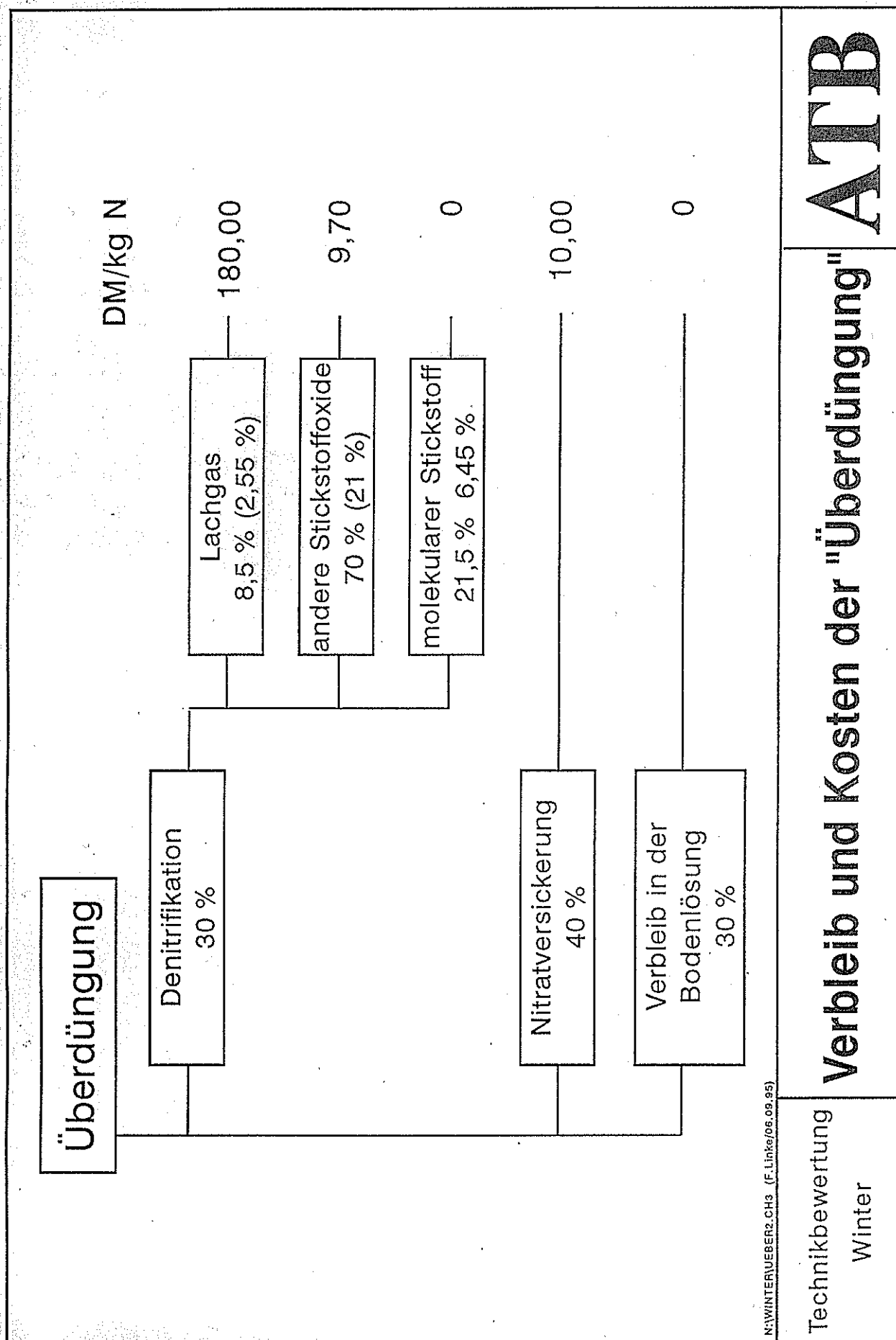
Av resultaten framgick vidare (fig.4) , att med stigande heterogenitet inom skiftena - uttryckt som standardavvikelse för avkastningsförmågan (*Standardabweichung der Ertragsfähigkeit*) - ökade alla de beaktade fördelaktiga miljöverknningar som kan uppnås med platsspecifik N-gödsling. Hit hör CO_2 -bindning i halm (*Stroh*) och i kärna (*Korn*), emissioner av lustgas (*Lachgas*) och kväveoxider (*Stickoxide*) samt nitratutlakning (*Nitratversickerung*). Även nettointäkten av kärnskoroden (*Kornerlös*) steg. Dessa fördelar värderades i pengar (*Vorteilswirkung DM/ha*, se y-axeln).

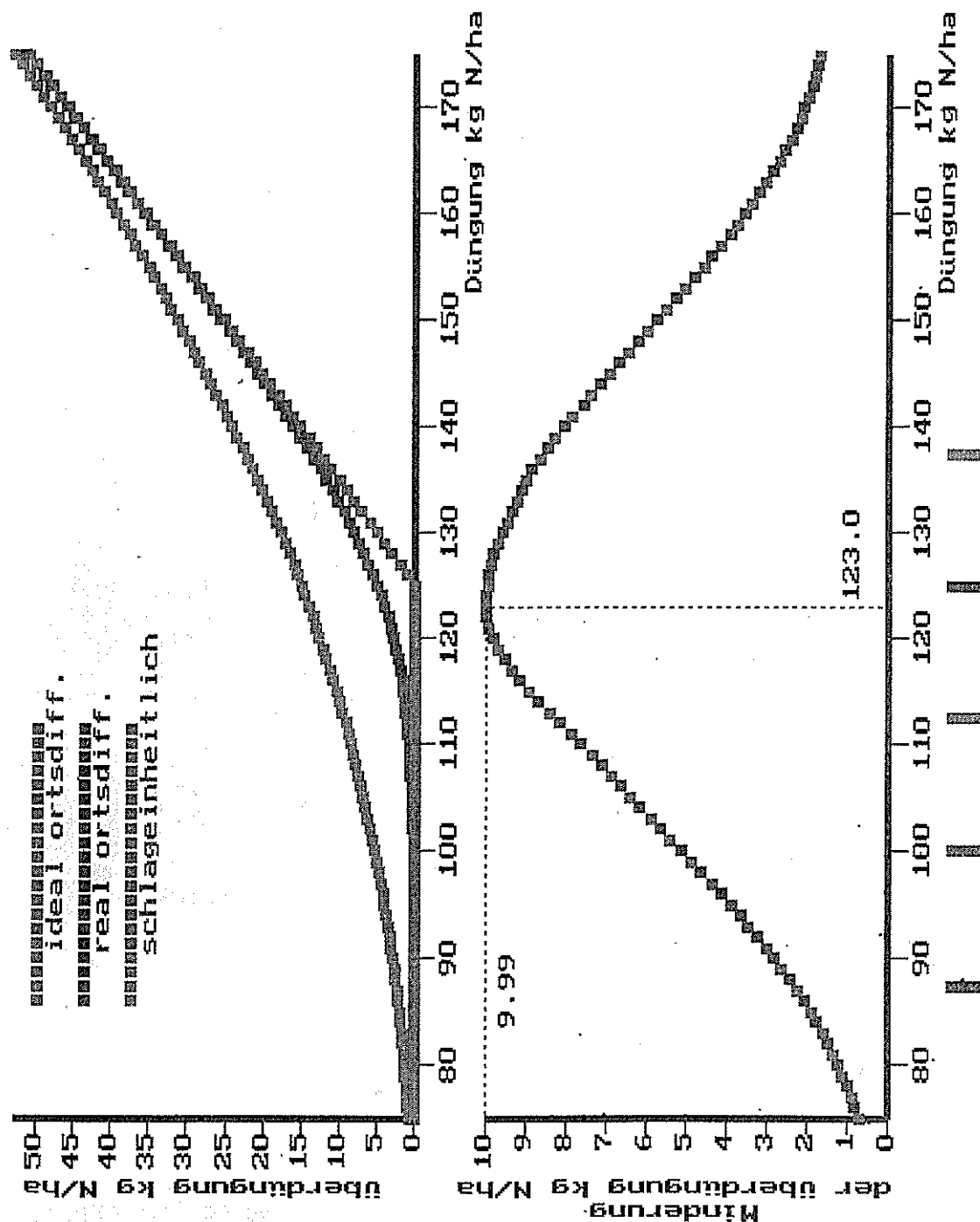
Alla fördelaktiga verknningar av platsspecifik N-gödsling hade sitt maximum vid en gödslingsnivå som ligger markant under den som nu används i genomsnitt i Tyskland. Därför är det viktigt att eftersträva ekonomiskt optimal N-gödsling. I de "gamla" (dvs. västliga) förbundsländerna har vidare fosfor och kalium tillförts i övermått i årtionden. Med platsspecifik P- och K-

gödsling skulle man under tio års tid kunna spara ca 32 DM/ha och år. På ojämna skiften är dessutom grödans P- och K-upptag i hög grad platsbetingat.

Vid ogräsbekämpning med herbicider ökade fördelarna med platspecifik behandling (*Vorteil teilspez. Behandlg.*) med den genomsnittliga ogrästätheten (*mittlere Unkrautdicke, Pfl./qm* = plantor/kvm), men över en viss ogrästäthet minskade den igen (se fig. 5).







Bedingungen

THE

03 dt/tp

SECRET

05 04/13

Reattenuation

5.00 dt/ha

1
 2
 3
 4
 5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18
 19
 20
 21
 22
 23
 24
 25
 26
 27
 28
 29
 30
 31
 32
 33
 34
 35
 36
 37
 38
 39
 40
 41
 42
 43
 44
 45
 46
 47
 48
 49
 50
 51
 52
 53
 54
 55
 56
 57
 58
 59
 60
 61
 62
 63
 64
 65
 66
 67
 68
 69
 70
 71
 72
 73
 74
 75
 76
 77
 78
 79
 80
 81
 82
 83
 84
 85
 86
 87
 88
 89
 90
 91
 92
 93
 94
 95
 96
 97
 98
 99
 100
 101
 102
 103
 104
 105
 106
 107
 108
 109
 110
 111
 112
 113
 114
 115
 116
 117
 118
 119
 120
 121
 122
 123
 124
 125
 126
 127
 128
 129
 130
 131
 132
 133
 134
 135
 136
 137
 138
 139
 140
 141
 142
 143
 144
 145
 146
 147
 148
 149
 150
 151
 152
 153
 154
 155
 156
 157
 158
 159
 160
 161
 162
 163
 164
 165
 166
 167
 168
 169
 170
 171
 172
 173
 174
 175
 176
 177
 178
 179
 180
 181
 182
 183
 184
 185
 186
 187
 188
 189
 190
 191
 192
 193
 194
 195
 196
 197
 198
 199
 200
 201
 202
 203
 204
 205
 206
 207
 208
 209
 210
 211
 212
 213
 214
 215
 216
 217
 218
 219
 220
 221
 222
 223
 224
 225
 226
 227
 228
 229
 230
 231
 232
 233
 234
 235
 236
 237
 238
 239
 240
 241
 242
 243
 244
 245
 246
 247
 248
 249
 250
 251
 252
 253
 254
 255
 256
 257
 258
 259
 260
 261
 262
 263
 264
 265
 266
 267
 268
 269
 270
 271
 272
 273
 274
 275
 276
 277
 278
 279
 280
 281
 282
 283
 284
 285
 286
 287
 288
 289
 290
 291
 292
 293
 294
 295
 296
 297
 298
 299
 300
 301
 302
 303
 304
 305
 306
 307
 308
 309
 310
 311
 312
 313
 314
 315
 316
 317
 318
 319
 320
 321
 322
 323
 324
 325
 326
 327
 328
 329
 330
 331
 332
 333
 334
 335
 336
 337
 338
 339
 340
 341
 342
 343
 344
 345
 346
 347
 348
 349
 350
 351
 352
 353
 354
 355
 356
 357
 358
 359
 360
 361
 362
 363
 364
 365
 366
 367
 368
 369
 370
 371
 372
 373
 374
 375
 376
 377
 378
 379
 380
 381
 382
 383
 384
 385
 386
 387
 388
 389
 390
 391
 392
 393
 394
 395
 396
 397
 398
 399
 400
 401
 402
 403
 404
 405
 406
 407
 408
 409
 410
 411
 412
 413
 414
 415
 416
 417
 418
 419
 420
 421
 422
 423
 424
 425
 426
 427
 428
 429
 430
 431
 432
 433
 434
 435
 436
 437
 438
 439
 440
 441
 442
 443
 444
 445
 446
 447
 448
 449
 450
 451
 452
 453
 454
 455
 456
 457
 458
 459
 460
 461
 462
 463
 464
 465
 466
 467
 468
 469
 470
 471
 472
 473
 474
 475
 476
 477
 478
 479
 480
 481
 482
 483
 484
 485
 486
 487
 488
 489
 490
 491
 492
 493
 494
 495
 496
 497
 498
 499
 500
 501
 502
 503
 504
 505
 506
 507
 508
 509
 510
 511
 512
 513
 514
 515
 516
 517
 518
 519
 520
 521
 522
 523
 524
 525

2. **GUITAR**

7-134701

11

100%

Abf./Anst.

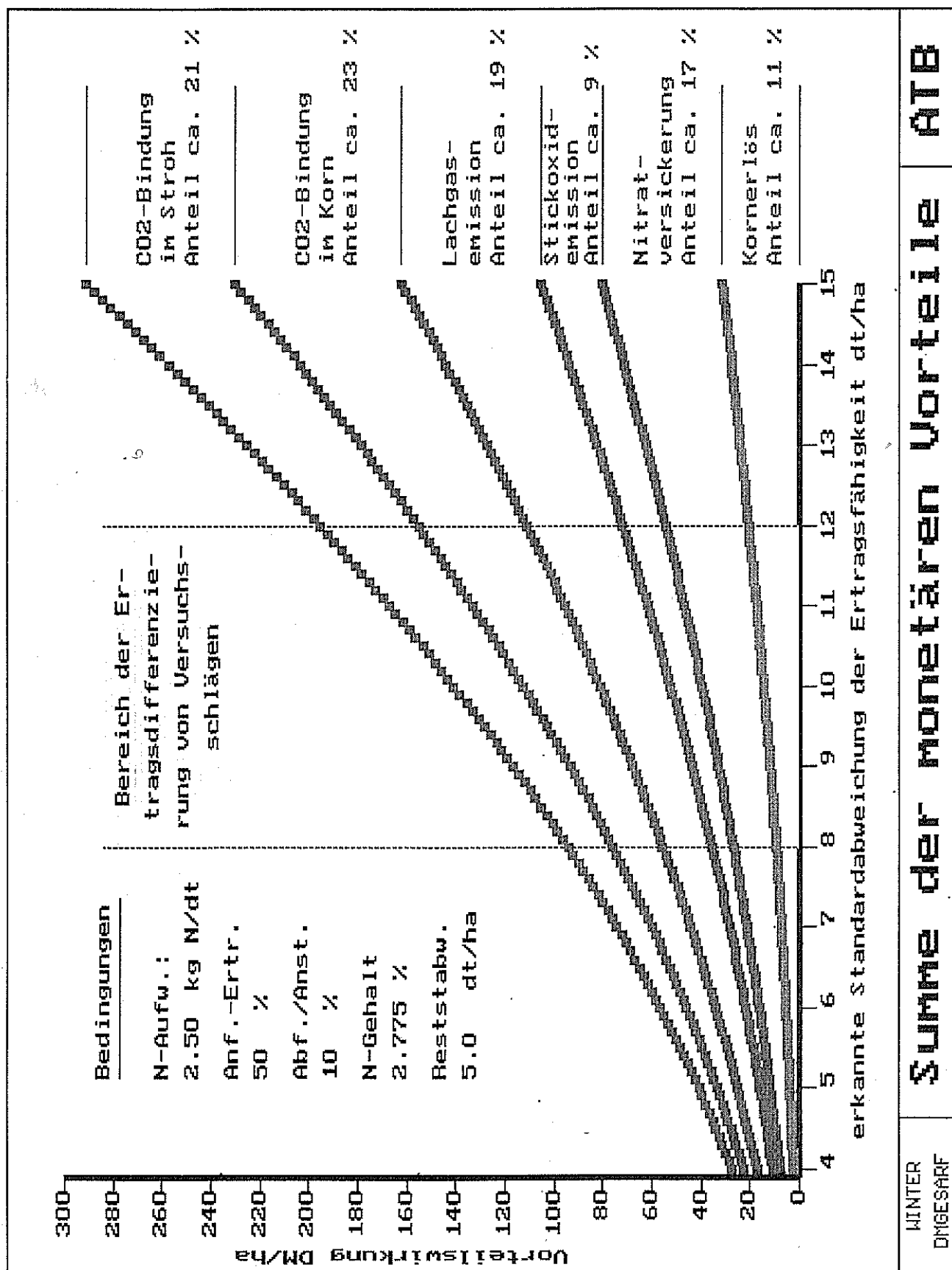
10%

2-2-1973

[illegible]

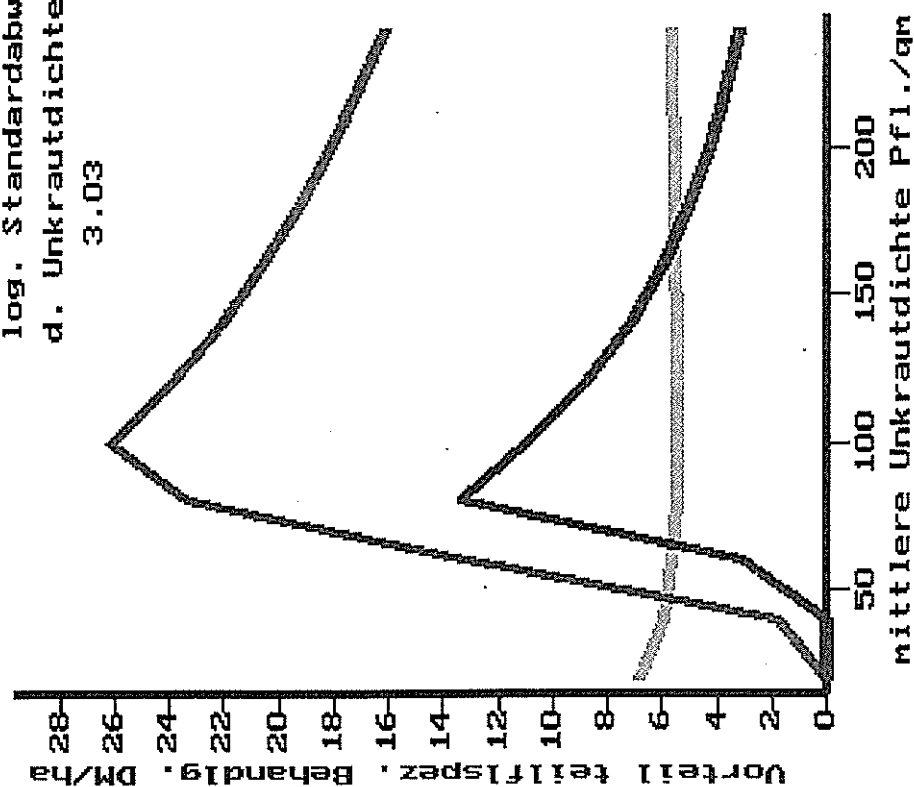
WINTER
718863E

THE HODDINSON REPORT

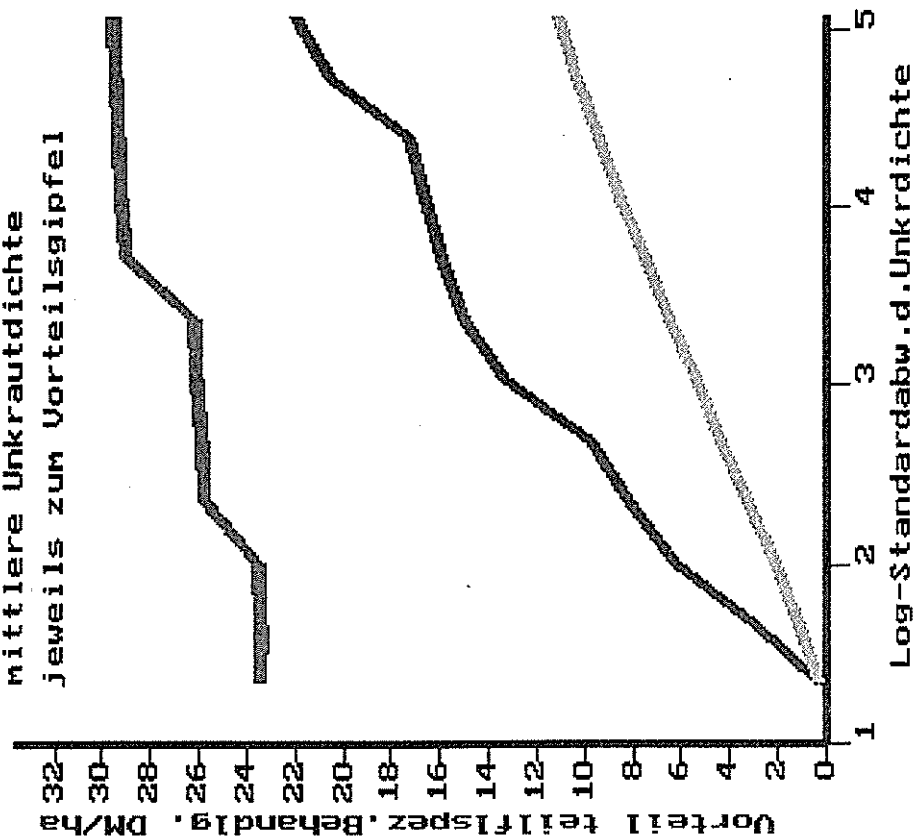


Vorteil Bef. = Feld gegenüber 0 oder 100 (ANP)
 Vorteil teilflopt gegenüber 0 oder 100 (AUD)
 Vorteil teilflopt gegenüber ganzflopt (AUD)

log. Standardabw.
 d. Unkrautdichte
 3.03



mittlere Unkrautdichte
 jeweils zum Vorteilsgipfel



WINTER
 GESUDRE

Monetäre Vorteilswirkungen

ATB

Anders Jonsson, Kjell Gustafsson och Knud Nissen

Forskning om precisionsodling vid Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde

Värdinstitution:

Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde (Institute of Plant Nutrition and Soil Science) **vid FAL, Braunschweig-Völkenrode**

Värdar:

Dr. Silvia Haneklaus

Prof. Dr. Dr. habil. Ewald Schnug, chef för Institutionen

Introduktion

Institutet är ett av de institut inom FAL (Forschungsanstalt für Landwirtschaft) som är beläget i Völkenrode strax utanför Braunschweig i Niedersachsen (f d BRD, ca 40 km väster om Hannover i riktning mot Berlin.

Forskningen är under prof. Schnugs ledning inriktad mot uthållig växtnäringsförsörjning av grödor, bevarande bördighet och upprätthållande av de grundläggande processerna i marken (se vidare bilaga 1, hämtad från <http://www.fal.de/>).

Fyra områden bearbetas: *Local resource-management of agricultural soils, nutrition and metabolism of crops, nutrient balance and fertilization* och *waste disposal in agriculture*.

Local resource-managament of agricultural soils motsvarar ungefär det vi kallar precisionsodling. Avsikten är att på bästa sätt försöka utnyttja modern teknik för att lösa problemen med den rumsliga variationen på fälten och utföra en optimal insats av produktionsmedel med hänsyn till variationen.

Ambitionen är att geokoda bördigheten i s k Digital Agro-Resource Maps (DARM) och att med dessa skapa ett ekologiskt och ekonomiskt optimerat system med dynamiska modeller för näringsförsörjning och utveckling av bland annat "equifertiles", dvs områden med samma bördighet. Vidare prövar institutet att utnyttja fjärranalys för att samla data för styrning m m.

I diskussionen framkom bland annat

- att man på kuperade fält arbetat med en enkel klassificering baserad på studenter som gått över fältet och noterat om det "gått uppför eller nedför". Denna kartering hade sedan varit grunden för reducerade/ökade N-givor. Utvärderingen är inte klar men indikationerna var lovande (se bilaga 2).

- att Schnug och medarbetare arbetat med flertalet av de tillgängliga tekniska lösningarna för precisionsodling, bland annat skördemätning och gödselspridning, men också att de ännu inte var helt nöjda med de tekniska resultaten.

- att de tycks vara llerade främst med Massey- Fergusson, Kemira och ett lokalt laboratorium Agrolab, när det gällde att introducera och marknadsföra den nya tekniken (bilaga 3).

- att de har haft avsevärda problem att övertyga de (väst)tyska bönderna om precisionsodlingens välsignelser. De ansåg att den kunde passa bättre på de större jordbruken i de östra delarna av landet.

- att det inte för någon parameter behövdes en mindre provtagningsmatris än 50x50 m för att tillräckligt väl beskriva fältet. För de flesta fält ansåg de att strax under 100 m avstånd var tillräckligt för att beskriva fälten väl! Det är svårt att få fullständig klarhet i om det var geostatistik bakom dessa siffror, i så fall kanske en annan geostatistik än vår, eller om det var uttryck för en pragmatisk hållning, eftersom det var svårt att få de tyska bönderna att ta ut diverse prover.

De programvaror som man arbetade med var LORIS (10x10 m), Surfer, Accent + Excel + Surfer. De hävdade att de med GIS testade vilka modeller som passade för deras förhållanden.

De var också inblandade i några EU-projekt, till vilka vi också fick namn på kontaktpersoner, t. ex. Joyce Tait vid Food and Agro-Industries.

De var mycket öppna och informativa och är väl värda ett längre besök än de två timmar som vi fick denna gång.

Vi som mötte Schnug och Haneklaus och sedan nästan missade flyget hem var

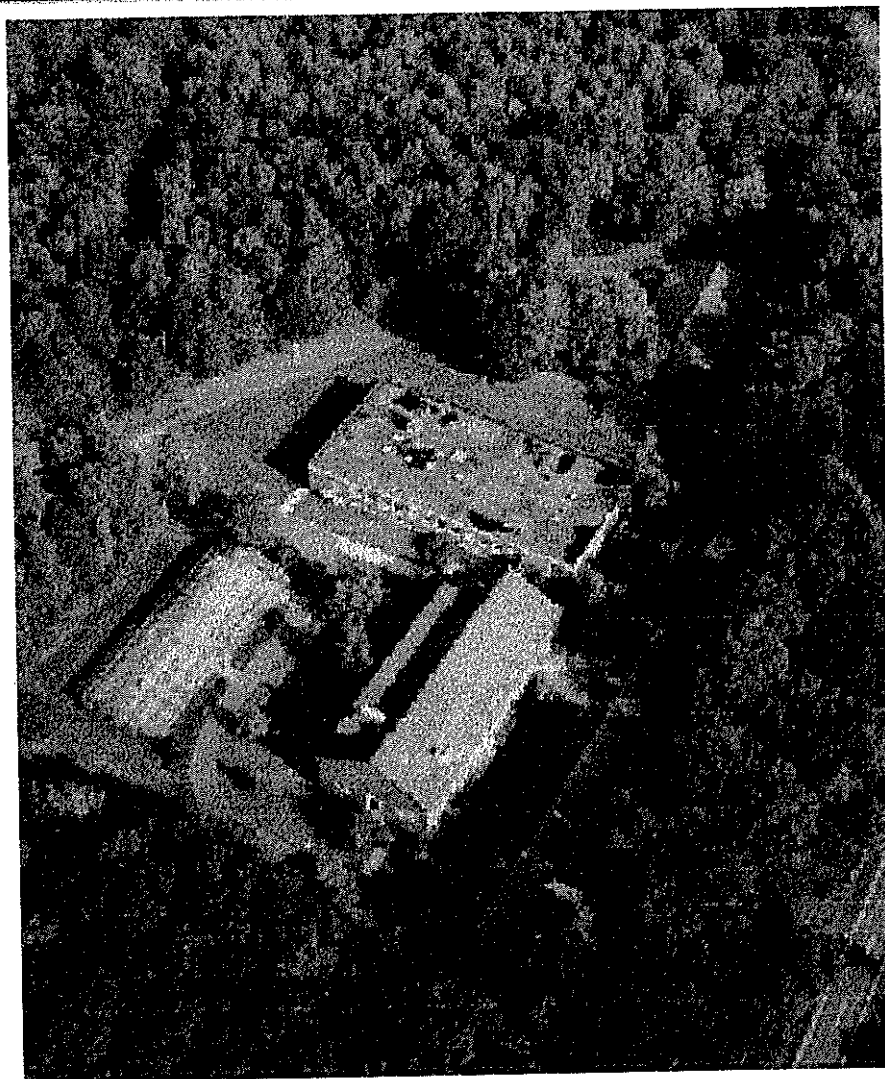
Anders Jonsson, Kjell Gustafsson och Knud Nissen.

Bilagor:

1. Institutets hemsida (<http://www.fal.de/>)
2. Status Report, Braunschweig, Germany
3. GPS - In der Landwirtschaft

En publiceringslista (Verzeichnis der Veröffentlichungen, Dez. 96) från institutet finns att tillgå vid SLU, Avdelningen för mark-växter, Institutionen för jordbruksvetenskap Skara.

Institute of Plant Nutrition and Soil Science



Head: Professor Dr. sc. agr. Dr. rer. nat. habil. Ewald Schnug

Research Activities

Local Resource
Management

Nutrition and
metabolism of
plants

Nutrient balance
and fertilization

Residue disposal
in agriculture

Scientific-technical Facilities

Cartography,
DGPS-facilities,
Mikromorphology

Physial, chemical,
biochemical und radiological
laboratories

Plant cell cultures,
greenhouses, experimental
sites

Research work at the institute is aimed at the sustainable nutrition of crops, the conservation of soil fertility, and maintenance of basic soil processes. Investigations focus on the support of biological processes in ecosystems and the economic and ecological optimisation of the use of nutrients in agriculture. They also address the legislative requirements of fertilisation and soil conservation.

1. Local Resource-Management of agricultural soils
 2. Nutrition and metabolism of crops
 3. Nutrient balance and fertilisation
 4. Residue disposal in agriculture
-

Local Resource-Management of agricultural soils

The term Local Resource-Management (LRM) describes an interdisciplinary concept in which traditional methods of field and laboratory soil science are combined with modern procedures and techniques of geostatistics, information handling and satellite aided positioning (GPS). This technology provides the best chance that the problems arising from the inherent variability of soils may be addressed successfully. The innovative research work conducted here in plant nutrition and soil science will examine how this technology is best exploited to give practical benefits in crop production and soil conservation. It addresses the small scale spatial variability in soil fertility; the management of this spatial variability is a major technological challenge for the efficient and environmentally responsible use of production inputs.

The main priorities are mapping and interpretation of geocoded features of soil fertility for the deduction of Digital Agro-Resource Maps (DARM) as a basis of an optimised sustainable management of natural soil resources, the combination of models simulating the changes in soil resources in time with models describing their variability in space, and the development of concepts for the deduction and utilisation of 'equifertiles' (areas with homogeneous crop productivity). Research in this field also includes the assessment of 'on-line' registered and geocoded yield data and methods of remote sensing, the design of innovative fertilisation strategies applicable for quantity variable distribution systems with satellite aided positioning, and the principles of the application of Local Resource Management to the requirements of soil conservation.

Nutrition and metabolism of crops

Besides investigations into the uptake, transport and function of nutrients, the biosynthesis and regulation of the high-value compounds is of special interest with respect to physiological plant nutrition. Research work includes investigations into technologically important substances and characteristics, compounds involved in determining plant resistances, and the nutritional quality of diets and feedstuffs.

The mineral nutrition of plants is a major factor influencing the content of nutritional and pharmacological relevant compounds and flavour and fragrance agents. The physiological processes of the secondary plant metabolism is of special interest here.

Emphasis will be put on research on relations between sulphur nutritional level and the quality of plant products are investigated. Information on the role of sulphur in determining tolerance and resistance against biotic and abiotic stress factors is required. Furthermore, specific fundamental physiological based knowledge of the mineral nutrition of stressed plants is required for improved production techniques under extreme environmental conditions. It is necessary to reduce or, better still, to prevent undesired substances from contaminating or accumulating in agricultural products in order to guarantee the nutritional and hygienic standards of diets. In this research field, more detailed information on the influence of organic xenobiotics and heavy metals of different sources and nature on plant uptake, metabolism, growth and yield is required. Furthermore, the investigations will also consider for the persistence and bioavailability of these substances.

Nutrient balance and fertilisation

The evaluation of the nutrient supply of soils and plants is the basis for optimising fertiliser input. For this purpose, diagnostic techniques and interpretation programmes for plant and soil analysis will be developed or extended. Furthermore, strategies for the harmonisation of animal and crop production are required for the development of environmentally responsible farming.

Investigations into the maintenance of the sulphur supply to crops to prevent the economic and environmentally detrimental effects of reduced sulphur supply on yield and quality is a new and priority research area. Special emphasis will be put on a comprehensive understanding of the organic matter as a dynamic pool for sulphur in soils.

Plant roots actively change metabolic rates and mobilisation processes of nutrients within their proximity while, in turn, soil physio-chemical characteristics influence root development and function; understanding on these bilateral relations is improved for the description and quantification of plant influences on substance dynamics in soils.

The nutrient efficiency of crops is defined by their nutrient uptake and metabolic utilisation. Therefore research work is carried out in the field of plant features and physiological processes affecting nutrient utilisation. These information are of value for plant breeders in the selection of cultivars adapted to site conditions.

Residue disposal in agriculture

The pressure to use agriculture as a way of disposing of urban and industrial waste may conflict with requirements to maintain the rural environment and guarantee food quality. It is essential that comprehensive agro-ecological assessments are made to facilitate the safe disposal of wastes on soils.

The number of urban and industrial waste products is steadily increasing, and many of these substances are of unknown or of variable composition and pollutant potential. The risk of their use to the economics of the crop production system is also not known. Research to develop methods for the characterisation, evaluation and redevelopment of contaminated soils is required. Further investigations into the transfer and bioavailability of pollutants within the plant/soil system is needed.

Scientific staff:

Fleckenstein, Juergen, Dr. rer. nat.

Haneklaus, Silvia, H., Dr. sc. agr.

Harms, Hans, Dir. & Prof. Dr. rer. nat.

Helal, Mohammed M., Prof. Dr. sc. agr.

Kücke, Martin, Dr. sc. agr.

Last updated August 25 1997 by Petra Ding . Ding@ph.fal.de .

Status Report: Braunschweig, Germany

by Dirk Schroeder

A locus of precision agriculture activity in Germany is in the town of Braunschweig, just east of Hannover where **Dr. Ewald Schnug** is directing a team of site specific researchers at the Institute of Plant Nutrition and Soil Science, part of the Federal Agricultural Research Center (FAL). Professor Schnug, who has been working on precision agriculture since the mid 1980s, is particularly interested in finding techniques that make site specific data collection and analysis more cost effective.

Institute researchers sample variables that remain constant over time for an entire site, but only assess fertility at selected areas. At a 250 hectare research site, sampling is done on 30 by 30 meter grids, but when working on a 2,500 hectare commercial farm, researchers separate the field into management **units of variable size** according to heterogeneity of soil features.

Student workers estimate relative soil organic matter and clay content by hand using lab tested samples as a benchmark. The students classify slopes by walking or driving along 50 meter transects in the field and assigning values in a simple -2 to +2 ranking system. The Institute calculates that one person, on foot, can survey organic matter, clay content, and landscape position for **100 hectares of land** in two working days.

Schnug and his researchers were also instrumental in the design of Local Resource Information System software (LORIS) that organizes georeferenced data (boundaries, soil types, fertility, prescriptions and yields) to create application maps for variable rate controllers. LORIS links to several **inexpensive commercial packages**. Raw data is stored in a Microsoft Access database. Surfer is used to create point and contour maps, and fertility prescriptions are calculated in Excel spreadsheets.

The team has spread Nitrogen at variable rates on approximately 450 hectares at six farms in northern and eastern Germany using a **Kemistar "Blue Box"** automatic controller attached to a spin spreader. Timing of application depends on crop and location, but two to three dressings per crop are typical. Application rates are determined by clay content, organic matter variability and landscape position according to the following formula:

40% Depression
120% Cupola (knob)
70% Slope

100% Plateau (summit)

where 100% equals 180 kilograms/hectare. The effectiveness of this program is under evaluation, but early results look promising.

The biggest obstacle facing precision farming in Germany has been the availability of differential global positioning signals (DGPS). The German equivalent to the **Coast Guard Beacon signal** in the US has a limited inland reach, and the FM radio bands are already quite crowded not allowing complete coverage of DGPS information. An AM signal is available, but still has to prove its reliability. Access to DGPS may be resolved within a few years as the public land survey offices are building a network of transmitters that will provide a choice of several differential correction signals allowing positioning down to the centimeter range.

For more information:

Dirk Schroeder, Institute for Plant Nutrition and Soil Science (FAL), Bundesallee 50, D-38116 Braunschweig, Germany, Tel: +49 (0) 531-596-243/Fax: +49 (0) 531-596-377; Email: schroeder@pb.fal.de

E. Schnug, D. Schroeder, et. al; "Strategies for Fertilizer Recommendations Based on Digital Agro-Resource Maps," *Proceedings, 3rd International Conference on Precision Agriculture*. To be published by the American Society of Agronomy in December 1996.

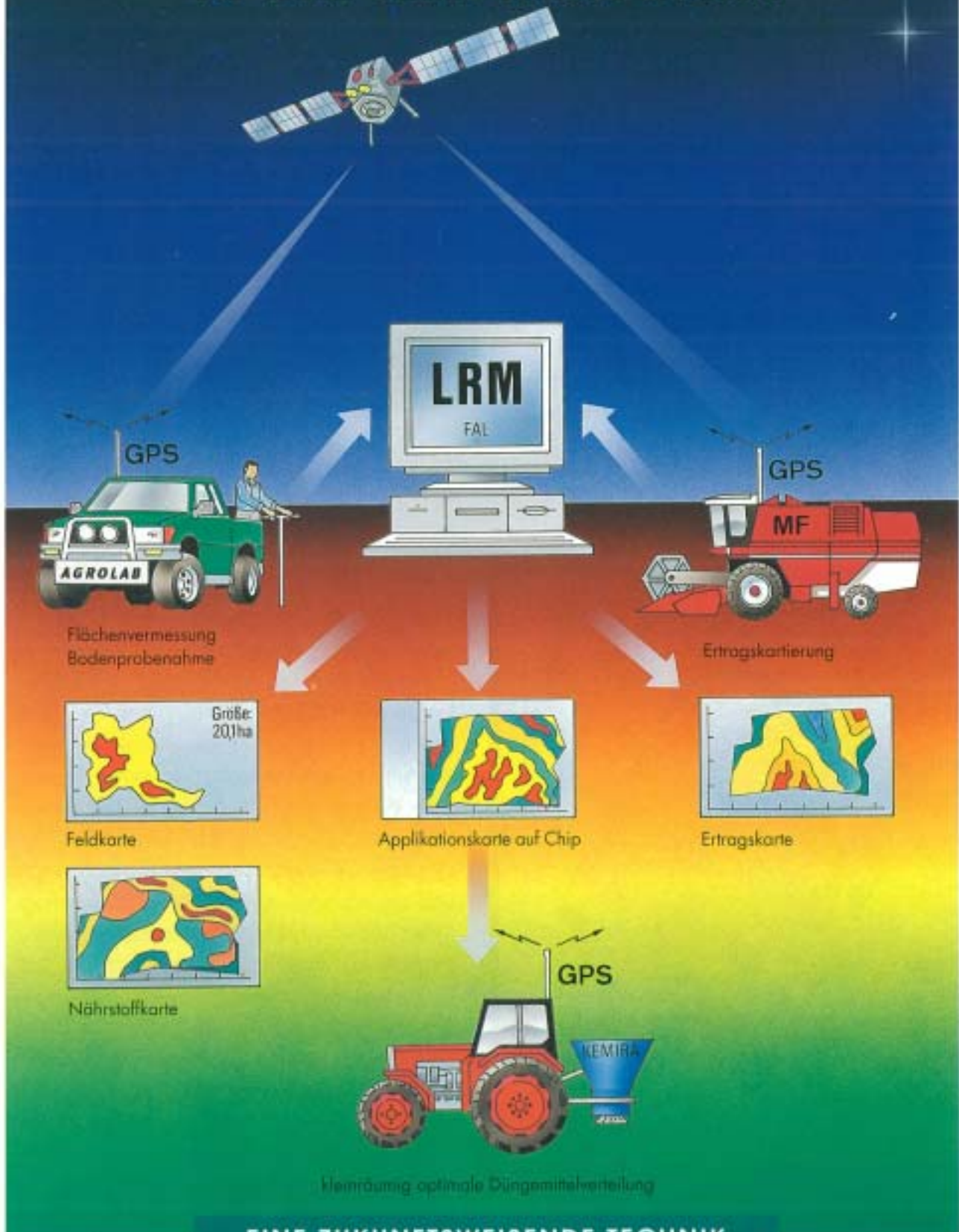
KEMIRA AGRO SERVICES S.A., Avenue Einstein 11; B-1300 Wavre; Belgium
Tel.: +32 (0) 10-232824, Fax: +32 (0) 10-228593

[[Contents](#) | [1](#) | [2](#) | [3](#) | [4](#) | [5](#) | [6](#) | [Archives](#)]

GPS

GLOBAL POSITIONING SYSTEM

IN DER LANDWIRTSCHAFT

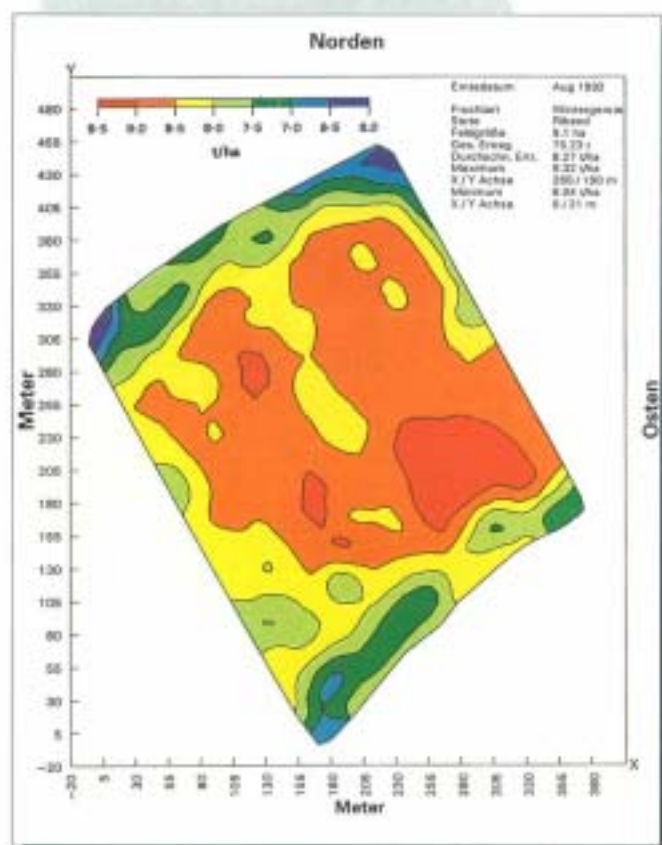


EINE ZUKUNTSWEISENDE TECHNIK

WECHSELNDE BODENEIGENSCHAFTEN

Obwohl fast alle landwirtschaftlichen Flächen in sich Bereiche mit unterschiedlichen Bodeneigenschaften und Ertragspotentialen aufweisen, werden die meisten Felder mehr oder weniger einheitlich bewirtschaftet.

So führt zum Beispiel eine gleich hohe Düngung an verschiedenen Stellen einerseits zu umweltbeeinträchtigender und gewinn schmalernder Überversorgung und andererseits zum ertragseinschränkenden Mangelzustand. Dieses Problem wird umso dringlicher, je größer die Flächen sind. Wenn mehrere Personen die verschiedenen Arbeitsgänge erledigen, geht oftmals das Wissen um die kleinräumigen Unterschiede verloren und kann nicht durch angepassten Produktionsmitteleinsatz genutzt werden.



Lokales Ressourcen Management (LRM)

LRM ist seit 3 Jahren Forschungsgegenstand am Institut für Pflanzenernährung und Bodenkunde der FAL Braunschweig. Im Mittelpunkt von LRM steht die räumliche Variabilität von Merkmalen der Bodenfruchtbarkeit, deren Berücksichtigung einen effizienteren und umweltschonenden Einsatz von Produktionsmitteln ermöglicht. Die Einführung der GPS-Technologie und die enormen Fortschritte der EDV ermöglichen es, im praktischen Einsatz die kleinräumige Variabilität der Bodenparameter und Erntemengen auf dem Feld zu erfassen und in entsprechende Bewirtschaftungsmaßnahmen umzusetzen. Teilweise kann die Variabilität eines Standortes durch geeignete ackerbauliche Strategien ausgeglichen werden, teilweise muß durch Begrenzung verschiedener Betriebsmittel auf das unterschiedliche Ertragspotential reagiert werden.

LOKALES RESSOURCEN MANAGEMENT



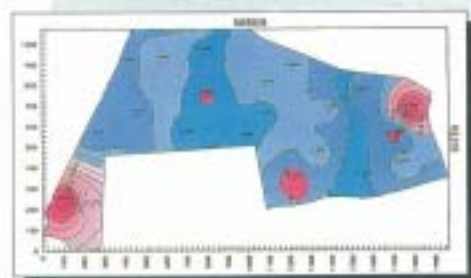
Die Positionsbestimmung mittels GPS

Mehr als 20 Satelliten umkreisen in festgelegten Bahnen die Erde. An jedem Punkt der Erde sind Signale von gleichzeitig mindestens vier Satelliten zu empfangen. Mit Hilfe einer feststehenden Referenzstation und einem mobilen Empfänger, die miteinander in Funkkontakt stehen, kann aus den Satellitensignalen die Position auf dem Feld mit hoher Genauigkeit ermittelt werden (DGPS).



Die Ertragskartierung

Ertragskarten entstehen aus der Kombination von DGPS-Informationen zur Position des Mähdreschers und Ertragsmessungen. Für ein genaues Abbild der Ertragsverteilung wird der Massenfluß des Ernteguts gemessen. Im Unterschied zu volumetrischen Ertragsmessungen kann die hohe Genauigkeit auch bei Schwankungen des Hektolitergewichts und der Kornfeuchte problemlos aufrechterhalten werden.



Geokodierte Nährstoffwerte und Flächenvermessung

Die Variabilität der Nährstoffversorgung auf dem Feld wird durch die GPS-Dokumentation bei der Bodenprobenahme (geokodierte Datenerfassung) und Bodenuntersuchung ermittelt. Kartierung und Vermessung werden gleichzeitig mit der Probenahme vorgenommen und liefern Feld- bzw. Hofkarten einschließlich der exakten Größenangaben.



LORIS (Lokales Ressourcen Informations System)

LORIS ist ein speziell auf die Bedürfnisse der landwirtschaftlichen Praxis ausgerichtetes geographisches Informationssystem, das eigens für die Bearbeitung geokodierter Daten entwickelt wurde. Durch LORIS werden die Informationen aus Ertrags- und Nährstoffkarte weiterverarbeitet und lokal angepaßte Optimalwerte für die Nährstoffversorgung ermittelt, die unter Einbeziehung neuester wissenschaftlicher Erkenntnisse zu einer Applikationskarte aufbereitet werden.



Geokodierte Düngung

Diese Applikationskarten werden in digitaler Form auf Chip gespeichert. Die Chipkarte steuert in speziellen DGPS-orientierten Düngerstreuern die Nährstoffverteilung entsprechend der Variabilität der Bodeneigenschaften im Feld.

NUTZEN FÜR LANDWIRTSCHAFT UND UMWELT

Die GPS-Technik erweitert die Vorteile der großflächig strukturierten Landwirtschaft um das Wissen und die Berücksichtigung kleinräumiger Unterschiede. Graphische Darstellungen gewährleisten einen schnellen Überblick und ermöglichen vielfältige Auswertungen:

Ertragskartierung

- zur Identifizierung von Leistungsspitzen und Schwachstellen im Flächenertrag
- zur Kontrolle flächenorientierter Bewirtschaftungsmaßnahmen
- als kontinuierliche Leistungsdokumentation

Nährstoffkartierung

- zum Erkennen von Minimumfaktoren an ertragsschwachen Stellen
- für betriebswirtschaftliche Berechnungen
- für die Planung des Produktionsmitteleinsatzes

Geokodierte Düngung nach lokalen Entzügen und Bodenversorgung

- ermöglicht räumlich angepasste, bilanzierte Düngung und damit beste ökologische Praxis für eine umweltgerechte Landbewirtschaftung
- bedeutet Schonung von Ressourcen und Einsparung von Düngemittelkosten
- heißt Ertragsoptimierung durch Vermeidung von Nährstoffmangel

Vermessung und Kartierung der Fläche

- für betriebsinterne Planung
- für Dokumentationszwecke z.B. für Verwertung organischer Reststoffe
- als Basis zur Führung einer digitalen Feldkartei
- als Nachweis für flächenbezogene Ausgleichszahlungen

Basis für neue pflanzenbauliche Aussagen aufgrund zahlreicher Standortfaktoren

Die Anwendungsmöglichkeiten für GPS in der Landwirtschaft werden ständig weiterentwickelt. Für weitere Informationen stehen folgende Ansprechpartner zu Ihrer Verfügung:



Massey Ferguson GmbH
Dipl.-Ing. Martin Frye
Industriehof, 37269 Eschwege
Tel. 05651/8030-123 • Fax 803118



KEMIRA Deutschland GmbH
Dipl.-Ing. Klaus Cording
Süfelstraße 64 • 30659 Hannover
Tel. 0511/6474622 • Fax 6474626



AGROLAB - Labor für
landwirtschaftliche Untersuchungen
Dr. Reinhart Schwaiblmair
Schulstraße 1 • 85416 Oberhummel
Tel. 08761/76130 • Fax 761356



Institut für Pflanzenernährung und
Bodenkunde der FAJ
Prof. Dr. Dr. Ewald Schnug
Bundesallee 50
38116 Braunschweig-Völkenrode
Tel. 0531/596303 • Fax 596377

AGROVÄST-projektet *Precisionsodling i väst* går ut på att tillämpa ny teknik för att upptäcka de mycket stora skörde- och kvalitetsskillnader som kan konstateras inom många åkerfält och anpassa odlingsåtgärderna till dessa.

I projektet undersöks inomfältvariationer i skördar och skörde kvalitet på ett antal gårdar i Västsverige. På fälten studeras även ojämnheter i markegenskaper och hur dessa samvarierar med avkastnings- och kvalitetsdata. Målet är att bygga upp gödslings- och kalkningsmodeller som beskriver hur gödsling och kalkning skall anpassas efter dessa variationer.

Projektet genomförs i ett samarbete mellan bl.a. Mellansvenska Lantmännen Odal, SLU Skara, Svalöf Weibull AB, Hydro Agri AB, Terrama AB och JTI.

Distribution:

Sveriges lantbruksuniversitet

Institutionen för jordbruksvetenskap Skara

Box 234

532 23 Skara

Tel. 0511-670 00, fax 0511-67134, e-post: Lena.Ljunggren@jvsk.slu.se

Internet: <http://www.jvsk.slu.se>

<http://www.terrama.se/precision/index.htm>